



TUGAS AKHIR - MS141501

PERENCANAAN PENINGKATAN KAPASITAS LAPANGAN  
PENUMPUKAN PETIKEMAS DENGAN MENGGUNAKAN  
PENDEKATAN SIMULASI DISKRIT (STUDI KASUS :  
TERMINAL NILAM TIMUR MULTIPURPOSE)

MUHAMMAD WAHYU NURYAHYA

NRP. 4412 100 031

Ir. Murdjito, M.Sc.Eng.  
Ferdhi Zulkarnaen, ST.M.Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2017





**TUGAS AKHIR - MS141501**

**PERENCANAAN PENINGKATAN KAPASITAS LAPANGAN  
PENUMPUKAN PETIKEMAS DENGAN MENGGUNAKAN  
PENDEKATAN SIMULASI DISKRIT (STUDI KASUS :  
TERMINAL NILAM TIMUR MULTIPURPOSE)**

**MUHAMMAD WAHYU NURYAHYA**

**NRP. 4412 100 031**

**Ir. Murdjito, M.Sc.Eng.  
Ferdhi Zulkarnaen, ST.M.Sc.**

**DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT**

**Fakultas Teknologi Kelautan**

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Surabaya**

**2017**



FINAL PROJECT - MS141501

PLANNING CAPACITY OF CONTAINER YARD USING  
DISCRETE SIMULATION APPROACH(CASE STUDY:  
NILAM TIMUR MULTIPURPOSE TERMINAL)

MUHAMMAD WAHYU NURYAHYA

NRP. 4412 100 031

Ir. Murdjito, M.Sc.Eng.  
Ferdhi Zulkarnaen, ST.M.Sc.

DEPARTMENT OF MARINE TRANSPORT ENGINEERING

Faculty of Marine Technology

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya

2017

## LEMBAR PENGESAHAN

### PERENCANAAN PENINGKATAN KAPASITAS LAPANGAN PENUMPUKAN PETIKEMAS DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN SIMULASI DISKRIT (STUDI KASUS : TERMINAL NILAM TIMUR MULTIPURPOSE)

#### TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Program S1 Departemen Teknik Transportasi Laut

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**MUHAMMAD WAHYU NURYAHYA**

NRP. 4412 100 031

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing 1



Ir. Murdjito, M.Sc.Eng.

NIP. 196501231996031001



Dosen Pembimbing 2



Ferdhi Zulkarnaen, ST.M.Sc.

NIP. -

SURABAYA, 20 JULI 2017

## LEMBAR REVISI

# PERENCANAAN PENINGKATAN KAPASITAS LAPANGAN PENUMPUKAN PETIKEMAS DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN SIMULASI DISKRIT (STUDI KASUS : TERMINAL NILAM TIMUR MULTIPURPOSE)

### TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir

Tanggal 19 Juli 2017

Bidang Keahlian Pelabuhan

Departemen Teknik Transportasi Laut

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**Muhammad Wahyu Nuryahya**

NRP. 4412 100 031

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.
2. Eka Wahyu Ardhi, S.T., M.T.
3. Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T.

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Ir. Murdjito, M.Sc.Eng.
2. Ferdhi Zulkarnaen, S.T., M.Sc

SURABAYA, 19 JULI 2017

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunianya Tugas Akhir ini dapat selesai dengan baik.

Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Bapak Ir. Murdjito, M.Sc.Eng.dan Bapak Ferdhi Zulkarnaen, S.T., M.Sc.selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Firmanto Hadi, S.T., M.Sc., Eka Wahyu Ardhi, S.T., MT., dan Ibu Pratiwi Wuryaningrum, S.T., MT., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan sarannya untuk perbaikan Laporan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ir. Tri Achmadi Ph.D., selaku dosen wali penulis yang senantiasa memberikan dukungan.
4. Keluarga Penulis, Ibu Sulika, Bapak Kasimin dan Adik Alfian, yang selalu memberikan dukungan, do'a, dan kebutuhan baik moril dan materiil bagi penulis.
5. Septiana Farahdiba, selaku teman, sahabat, dan sekaligus kekasih yang selalu meberikan semangat dari awal pengerjaan hingga selesainya Tugas Akhir ini.
6. Teman-teman Transportasi Laut TARING 2012 yang selalu memberikan dukungan baik saat masa perkuliahan maupun pengerjaan Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman Teknik Perkapalan FORECASTLE 2012 yang selalu memberikan nasihat dan dukungan kepada penulis.
8. Mas Junda selaku pembimbing dalam pembuatan model simulasi diskrit dengan menggunakan *tools* ARENA
9. Dan semua pihak yang telah membantu dalam pengerjaan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Surabaya, Juli 2017

Muhammad Wahyu  
Nuryahya

# PERENCANAAN PENINGKATAN KAPASITAS LAPANGAN PENUMPUKAN PETIKEMAS DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN SIMULASI DISKRIT (STUDI KASUS : TERMINAL NILAM TIMUR MULTIPURPOSE)

Nama Mahasiswa : MUHAMMAD WAHYU NURYAHYA  
NRP : 4412 100 031  
Jurusan / Fakultas : Teknik Transportasi Laut / Teknologi Kelautan  
Dosen Pembimbing : 1.Ir. Murdjito, M.Sc. Eng.  
2.Ferdhi Zulkarnaen, ST. M.Sc.

## ABSTRAK

PT Nilam Port Terminal Indonesia (NPTI) menambah luas lapangan penumpukan seluas 4000 m<sup>2</sup> pada tahun 2015, tetapi pada tahun 2016 justru mengalami penurunan *throughput* sekitar 25% sehingga penambahan luas lapangan penumpukan menjadi kurang efektif dan menyebabkan penggunaan lapangan penumpukan tidak optimal. Tujuan dari tugas akhir ini adalah mencari alternatif solusi untuk meningkatkan kapasitas (daya tampung) pada lapangan penumpukan tanpa melakukan perluasan lapangan. Dalam mencari alternatif solusi, akan dilakukan dengan pendekatan simulasi diskrit dengan menggunakan bantuan *software Arena (student version)*. Dari hasil *running* model eksisting yaitu dengan persentase petikemas *indirect* 0%-20% dapat diketahui bahwa tingkat penggunaan lapangan penumpukan masih rendah. Sehingga dari hasil tersebut dilakukan uji sensitivitas ketika persentase petikemas *indirect* 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, dan 100% untuk mengetahui pada kondisi petikemas *indirect* berapa persen mulai terjadi antrean petikemas yang akan masuk ke lapangan penumpukan. Dari hasil uji sensitivitas diketahui terjadi antrean ketika petikemas *indirect* mulai mencapai 50% hingga 100%. Sehingga diambil sampel ketika petikemas *indirect* 50% untuk selanjutnya dianalisa dan dilakukan uji skenario. Dari hasil uji skenario didapatkan bahwa skenario 1 yang paling baik sebagai alternatif solusi untuk meningkatkan kapasitas (daya tampung) pada lapangan penumpukan, yaitu dengan menurunkan waktu timbun pada blok bongkar dari 73.5 jam menjadi 48 jam. Dari skenario 1 tersebut didapatkan peluang terjadinya antrean pada blok bongkar dan blok muat sebesar 20% dan 80% dan kapasitas (daya tampung) maksimum pada blok bongkar dan blok muat meningkat sebesar 48.35% dan 15.12%. Kemudian didapatkan juga rata-rata utilitas CC dan RTG sebesar 30%/bulan dan 40%/bulan, *dwelling time* 62.62 jam, YOR sebesar 37.01 %/bulan, dan total kapasitas terpakai sebesar 16820 TEUs/bulan. Dari hasil analisa sensitivitas peningkatan *throughput* 10%, 20%, dan 30%/bulan didapatkan peluang terjadinya antrean menurun dari 50% pada kondisi awal sampai dengan 30% ketika *throughput* meningkat sampai dengan 30%/bulan.

Kata kunci: alternatif, *direct-indirect*, simulasi, daya tampung, peluang



# PLANNING CAPACITY OF CONTAINER YARD USING DISCRETE SIMULATION APPROACH (CASE STUDY: NILAM TIMUR MULTIPURPOSE TERMINAL)

Author : MUHAMMAD WAHYU NURYAHYA  
ID No : 4412 100 031  
Dept. / Faculty : Teknik Transportasi Laut / Teknologi Kelautan  
Supervisors : 1. Ir. Murdjito, M.Sc. Eng.  
2.Ferdhi Zulkarnaen, ST. M.Sc.

## ABSTRACT

PT Nilam Port Terminal Indonesia (NPTI) increase the area container yard of 4000 m<sup>2</sup> in 2015, but in 2016 declined approximately 25% throughput so the addition of spacious yard becomes less effective and cause a buildup of field use is not optimal. The purpose of this thesis is to find an alternative solution to increase capacity in the yard without expanding field. In the search for alternative solutions, will be done with discrete simulation approach with the help of software Arena (student version). From the results of running the existing models, namely the container indirect percentage of 0% -20% can be seen that the level yard is still low. So from these results do sensitivity test when the percentage of containers indirect 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, and 100% to determine the condition of the container indirect what percentage began to occur queue container which will go into the yard. From the results of a sensitivity test is known to occur when the container indirect line begins to reach 50% to 100%. So that the sample taken when container indirect 50% for subsequent analysis and test scenarios. From the test results obtained scenario that scenario 1 of the most well as alternatf solution to increase capacity (capacity) in the yard, by lowering the time piled on the block loading of 73.5 hours to 48 hours. The first scenario obtained from the chances of a line on a block of loading and unloading block by 20% and 80% and capacity (capacity) maximum block loading and unloading block increased by 48.35% and 15:12%. Then also obtained an average utility and RTG CC by 30% / month and 40% / month, dwelling time 62.62 hours, Yor amounted to 37.01% / month, and the total used capacity of 16820 TEUs / month. From the results of the sensitivity analysis throughput increase of 10%, 20%, and 30% / month obtained the possibility of line decreased from 50% at baseline to 30% while increasing throughput up to 30% / month.

Keywords: Alternative, direct-indirect, simulation, capacity, opportunities

# DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
LEMBAR REVISI.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
KATA PENGANTAR.....	ii
ABSTRAK .....	iv
ABSTRACT .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GRAFIK .....	xiii
DAFTAR PERSAMAAN .....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
I.1. Latar Belakang Masalah .....	1
I.2. Perumusan Masalah .....	2
I.3. Tujuan .....	2
I.4. Batasan Masalah .....	2
I.5. Manfaat .....	3
I.6. Hipotesis .....	3
BAB II STUDI LITERATUR .....	5
II.1. Petikemas .....	5
II.2. Pemodelan dan Simulasi.....	5
II.2.1. Model.....	6
II.2.2. Simulasi .....	7
II.2.3. Verifikasi dan Validasi Model.....	8
II.2.4. Penentuan Jumlah Replikasi.....	11
II.3. Software Arena .....	13

II.3.1.	Beberapa Distribusi Pada Software Arena .....	14
II.3.2.	<i>Input Analyzer</i> .....	15
II.3.3.	Halaman Kerja Software Arena.....	16
II.3.4.	Modul <i>Basic Process</i> Pada Arena .....	17
II.3.5.	Modul <i>Advance Process</i> Pada Arena .....	24
II.3.6.	Modul <i>Advance Transfer</i> Pada Arena .....	26
II.3.7.	Data Module Advanced Transfer Panel.....	30
II.4.	Teori Antrean .....	31
II.4.1.	Komponen Utama Sistem Antrean .....	32
II.4.2.	Mekanisme Pelayanan .....	33
II.4.3.	Sistem Antrean .....	34
II.5.	Pelabuhan.....	34
II.6.	Terminal.....	35
II.7.	Terminal Petikemas .....	36
II.8.	Lapangan Penumpukan ( <i>Container Yard</i> ) .....	37
II.9.	Kegiatan Operasional Terminal Petikemas.....	37
II.9.1.	<i>Stevedoring (loading/unloading)</i> .....	38
II.9.2.	<i>Cargodoring (haulage/trucking)</i> .....	38
II.9.3.	<i>Lift On/Lift Off</i> .....	38
BAB III	METODOLOGI .....	39
III.1.	Metode Pengumpulan Data .....	39
III.1.1.	Data Primer .....	39
III.1.2.	Data Sekunder .....	39
III.2.	Proses Pengerjaan.....	39
III.2.1.	Tahap Identifikasi Masalah.....	39
III.2.2.	Tahap Studi Literatur .....	39
III.2.3.	Pengumpulan Data .....	40
III.2.4.	Tahap Pengolahan Data .....	40
III.2.5.	Tahap Pembuatan Model .....	40

III.2.6.	Tahap Verifikasi dan Validasi .....	40
III.2.7.	Tahap Analisa Hasil Simulasi.....	40
III.2.8.	Kesimpulan dan Saran .....	40
III.3.	Lokasi Pengerjaan .....	41
III.4.	Bagan Alir .....	41
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....		43
IV.1.	Gambaran Umum Objek Penelitian .....	43
IV.1.1.	Visi Misi PT Pelindo III Cabang Tanjung Perak Surabaya .....	44
IV.2.	Fasilitas Terminal Nilam Timur Multipurpose .....	45
IV.2.1.	Dermaga.....	45
IV.2.2.	Container Yard.....	46
IV.2.3.	Kelengkapan Alat .....	47
IV.3.	Pengumpulan Data .....	47
IV.3.1.	Prosedur Pelayanan Bongkar Muat Petikemas .....	48
IV.3.2.	Realisasi Arus Petikemas Terminal Nilam .....	48
IV.3.3.	Jumlah Kunjungan Kapal.....	49
IV.3.4.	<i>Dwelling Time</i> .....	50
IV.3.5.	Kapasitas Lapangan Penumpukan .....	50
BAB V PEMODELAN KONDISI EKSISTING .....		53
V.1.	Model Konseptual Pola Operasional .....	53
V.2.	Inputan Model Simulasi.....	55
V.2.1.	Data Inputan Simulasi .....	55
V.2.2.	Inputan Entitas.....	55
V.2.3.	Inputan Proses .....	59
V.3.	Pembuatan Model Simulasi .....	59
V.3.1.	Kedatangan Kapal dan Pemberian Atribut .....	59
V.3.2.	Proses <i>Duplicate</i> Entitas.....	60
V.3.3.	Pemilihan Tambatan Kapal .....	60
V.3.4.	Proses Bongkar.....	61

V.3.5.	Proses <i>Haulage</i> .....	61
V.3.6.	Proses Penumpukan di Lapangan Penumpukan (Blok Bongkar) .....	62
V.3.7.	Proses Pengambilan Petikemas Keluar Terminal .....	63
V.3.8.	Proses Penerimaan Petikemas Dari Luar Terminal .....	63
V.3.9.	Proses Muat .....	65
V.3.10.	Model Akhir .....	66
V.4.	Verifikasi dan Validasi .....	66
V.4.1.	Verifikasi .....	66
V.4.2.	Validasi .....	68
V.4.3.	Perhitungan Jumlah Replikasi .....	71
BAB VI	ANALISA DAN PEMBAHASAN .....	73
VI.1.	Kondisi Lapangan Penumpukan Dari Model Eksisting .....	73
VI.2.	Pengecekan Kapasitas Maksimum Pada Lapangan Penumpukan .....	76
VI.3.	Kondisi Lapangan Penumpukan Ketika Petikemas <i>Indirect</i> 50% .....	77
VI.4.	Skenario Peningkatan Kapasitas Pada Lapangan Penumpukan .....	80
VI.5.	Analisa Perbandingan Hasil Eksisting dan Hasil Skenario .....	80
VI.6.	Analisa Sensitivitas Peningkatan <i>Throughput</i> .....	89
VI.6.1.	Perbandingan Kondisi Eksisting Dengan Kondisi Peningkatan <i>Throughput</i> .....	89
VI.6.2.	Perbandingan antara kondisi petikemas <i>indirect</i> ketika mulai terjadi antrean dengan skenario 1 .....	94
BAB VII	KESIMPULAN DAN SARAN .....	101
VII.1.	KESIMPULAN .....	101
VII.2.	Saran .....	102
DAFTAR PUSTAKA	.....	103
LAMPIRAN	.....	104

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 8 Gambaran umum program Arena .....	16
Gambar 2. 9 Modul <i>create</i> pada Arena .....	18
Gambar 2. 10 Modul <i>dispose</i> Arena.....	18
Gambar 2. 11 <i>Modul process</i> pada Arena .....	19
Gambar 2. 12 <i>Modul decide</i> pada Arena .....	20
Gambar 2. 13 <i>Modul batch</i> pada Arena.....	21
Gambar 2. 14 <i>Modul separate</i> pada Arena.....	22
Gambar 2. 15 <i>Modul assign</i> pada Arena .....	23
Gambar 2. 16 <i>Modul record</i> pada Arena.....	23
Gambar 2. 17 Modul <i>Hold</i> Pada Arena .....	24
Gambar 2. 18 Modul <i>Match</i> Pada Arena.....	26
Gambar 2. 19 Modul <i>Station</i> Pada Arena.....	26
Gambar 2. 20 Modul <i>Transport</i> Pada Arena .....	27
Gambar 2. 21 Modul <i>Request</i> Pada Arena .....	29
Gambar 2. 22 Modul <i>Free</i> Pada Arena .....	30
Gambar 2. 23 Modul <i>Distance</i> Pada Arena.....	31
Gambar 2. 24 Modul <i>Transporter</i> Pada Arena.....	31
Gambar 2. 25 <i>Area Seaside</i> dan <i>Storage Yard</i> pada terminal petikemas. (Böse, 2010) .	36
Gambar 2. 26 Proses Operasional dalam Terminal Petikemas (Velsink, 1993) .....	38
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	41
Gambar 4. 1 Layout PT Pelindo III Cabang Tanjung Perak .....	43
Gambar 4. 2 Layout Terminal Nilam Timur .....	45
Gambar 4. 3 Layout Terminal Nilam Timur Multipurpose.....	46
Gambar 5. 1 Alur proses pada Terminal Nilam Timur Multipurpose.....	54
Gambar 5. 2 Hasil <i>fitting</i> data distribusi waktu antarkedatangan kapal di Terminal Nilam Timur Multipurpose.....	56

Gambar 5. 3 Hasil <i>fitting</i> data distribusi jumlah petikemas bongkar di Terminal Nilam Timur Multipurpose.....	56
Gambar 5. 4 Hasil <i>fitting</i> data distribusi jumlah petikemas muat di Terminal Nilam Timur Multipurpose.....	57
Gambar 5. 5 Hasil <i>fitting</i> data distribusi ukuran kapal yang sandar di Terminal Nilam Timur Multipurpose.....	58
Gambar 5. 6 Modul <i>create</i> sebagai entitas kedatangan kapal .....	59
Gambar 5. 7 Modul <i>separate</i> untuk menggandakan entitas yang masuk.....	60
Gambar 5. 8 Proses pemilihan tambatan sebelum kapal sandar.....	60
Gambar 5. 9 Proses bongkar dan pelayanan jumlah crane yang melayani.....	61
Gambar 5. 10 Modul <i>request</i> dan transport digunakan dalam proses haulage.....	61
Gambar 5. 11 Proses pemilihan lokasi lapangan penumpukan petikemas bongkar .....	62
Gambar 5. 12 Proses RTG dan penimbunan pada lapangan penumpukan bongkar .....	62
Gambar 5. 13 Proses <i>delivery</i> menggunakan truk luar .....	63
Gambar 5. 14 Proses <i>receiving</i> dan pemilihan lokasi petikemas pada lapangan penumpukan blok muat .....	63
Gambar 5. 15 Proses pemberian nama paket muatan sebelum menuju Gate-In .....	64
Gambar 5. 16 Proses RTG dan proses haulage pada kegiatan muat .....	65
Gambar 5. 17 Pemilihan lokasi tambatan kapal yang dituju .....	65
Gambar 5. 18 Pemilihan jumlah <i>crane</i> yang melayani kapal pada proses muat.....	65
Gambar 5. 19 Proses kapal meninggalkan tambatan.....	66
Gambar 5. 20 Model Akhir.....	67

## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Kapasitas lapangan penumpukan .....	50
Tabel 5. 1 Tabel validasi model bongkar dengan metode Welch's-t Interval.....	68
Tabel 5. 2 Tabel validasi model muat dengan metode Welch's-t Interval .....	70
Tabel 5. 3 Tabel perhitungan jumlah replikasi .....	72
Tabel 6. 1 Nilai utilitas dari masing-masing alat.....	73
Tabel 6. 2 Arus petikemas per bulan .....	74
Tabel 6. 3 Jumlah kunjungan kapal per bulan .....	74
Tabel 6. 4 Arus petikemas per bulan pada masing-masing blok.....	75
Tabel 6. 5 Nilai Yard Occupancy Ratio .....	75
Tabel 6. 6 <i>Dwelling time</i> dari model eksisting .....	76
Tabel 6. 7 Rata-rata waktu pelayanan kapal dalam satu bulan.....	76
Tabel 6. 8 Pengecekan Adanya Antrean Petikemas Yang Masuk Ke Lapangan Penumpukan per bulan .....	77
Tabel 6. 9 Nilai utilitas dari masing-masing alat dari model petikemas <i>indirect</i> 50% ...	77
Tabel 6. 10 Total arus petikemas per bulan ketika petikemas <i>indirect</i> 50% .....	78
Tabel 6. 11 Jumlah kunjungan kapal per bulan ketika petikemas <i>indirect</i> 50% .....	78
Tabel 6. 12 Arus petikemas pada lapangan penumpukan ketika petikemas <i>indirect</i> 50% .....	79
Tabel 6. 13 Nilai Yard Occupancy Ratio ketika petikemas <i>indirect</i> 50%.....	79
Tabel 6. 14 Rata-rata waktu pelayanan kapal ketika petikemas <i>indirect</i> 50% .....	79
Tabel 6. 15 <i>Dwelling time</i> ketika petikemas <i>indirect</i> 50% .....	79



## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1 Arus Petikemas Terminal Nilam Timur Multipurpose Tahun 2011-2015....	49
Grafik 4. 2 Jumlah Kunjungan Kapal Terminal Nilam Timur Multipurpose Tahun 2011-2015 .....	49
Grafik 4. 3 Lama waktu <i>Dwelling Time</i> Januari-September 2016 .....	50
Grafik 6. 1 Perbandingan jumlah <i>throughput</i> per bulan.....	81
Grafik 6. 2 Perbandingan jumlah <i>ship call</i> per bulan .....	81
Grafik 6. 3 Perbandingan waktu pelayanan kapal .....	82
Grafik 6. 4 Perbandingan waktu <i>dwelling time</i> .....	83
Grafik 6. 5 Perbandingan nilai YOR per bulan .....	83
Grafik 6. 6 Perbandingan utilitas alat per bulan .....	84
Grafik 6. 7 Perbandingan peluang terjadinya antrean pada blok bongkar.....	85
Grafik 6. 8 Perbandingan peluang terjadinya antrean pada blok muat.....	85
Grafik 6. 9 Perbandingan Arus Petikemas Pada Lapangan Penumpukan Blok Bongkar	87
Grafik 6. 10 Perbandingan Arus Petikemas Pada Lapangan Penumpukan Blok Muat...	87
Grafik 6. 11 Perbandingan daya tampung maksimum pada blok bongkar.....	88
Grafik 6. 12 Perbandingan daya tampung maksimum pada blok muat.....	89
Grafik 6. 13 Perbandingan jumlah petikemas <i>indirect</i> ketika mulai terjadinya antrean pada blok bongkar .....	90
Grafik 6. 14 Perbandingan jumlah petikemas <i>indirect</i> ketika mulai terjadinya antrean pada blok muat .....	90
Grafik 6. 15 Perbandingan nilai utilitas CC dan RTG per bulan.....	91
Grafik 6. 16 Perbandingan waktu pelayanan kapal .....	92
Grafik 6. 17 Perbandingan <i>dwelling time</i> .....	92
Grafik 6. 18 Perbandingan jumlah <i>ship call</i> per bulan .....	93
Grafik 6. 19 Perbandingan nilai YOR .....	93
Grafik 6. 20 Perbandingan output peningkatan throughput 10% ketika indirect 40% dan skenario 1.....	94

Grafik 6. 21 Perbandingan output peningkatan throughput 10% ketika indirect 40% dan skenario 1.....	95
Grafik 6. 22 Perbandingan output peningkatan throughput 10% ketika indirect 40% dan skenario 1.....	96
Grafik 6. 23 Perbandingan output peningkatan throughput 20% ketika indirect 30% dan skenario 1.....	97
Grafik 6. 24 Perbandingan output peningkatan throughput 20% ketika indirect 30% dan skenario 1.....	97
Grafik 6. 25 Perbandingan output peningkatan throughput 20% ketika indirect 30% dan skenario 1.....	98
Grafik 6. 26 Perbandingan output peningkatan throughput 30% ketika indirect 30% dan skenario 1.....	99
Grafik 6. 27 Perbandingan output peningkatan throughput 30% ketika indirect 30% dan skenario 1.....	99
Grafik 6. 28 Perbandingan output peningkatan throughput 30% ketika indirect 30% dan skenario 1.....	100

## DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2- 1 <i>Degree of Freedom Welch confidence interval</i> .....	10
Persamaan 2- 2 <i>Half Width Welch confidence interval</i> .....	10
Persamaan 2- 3 <i>Welch confidence interval</i> .....	10
Persamaan 2- 4 Rumus Rata-Rata Hitung .....	11
Persamaan 2- 5 Rumus varian .....	11
Persamaan 2- 6 Rumus standar deviasi .....	11
Persamaan 2- 7 <i>Half Width Paired-t confidence</i> .....	11
Persamaan 2- 8 <i>Paired-t confidence interval</i> .....	11
Persamaan 2- 9 Rataan <i>Point Estimates</i> .....	12
Persamaan 2- 10 Standar Deviasi <i>Point Estimates</i> .....	12
Persamaan 2- 11 <i>Half-Width Confidence Intervals</i> .....	12
Persamaan 2- 12 <i>Jumlah Replikasi Absolute Error</i> .....	12
Persamaan 2- 13 <i>Jumlah Replikasi Relative Error</i> .....	13
Persamaan 2- 14 Perhitungan arus petikemas keluar dari CY.....	37
Persamaan 2- 15 Perhitungan Daya Tampung CY .....	37



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1. Latar Belakang Masalah**

Menurut peraturan pemerintah RI no. 69 tahun 2001 pelabuhan adalah tempat yang terdiri dari dan kegiatan ekonomi dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, berlabuh, naik turun penumpang dan atau bongkar muat barang yang di lengkapi dengan fasilitas keselamatan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi.

PT. NPTI (Nilam Port Terminal Indonesia) adalah perusahaan dalam bidang penyediaan dan pelayanan jasa operator terminal bongkar muat barang dan petikemas di pelabuhan yang merupakan perusahaan konsorsium 6 perusahaan. Untuk saat ini PT. Nilam Port Terminal Indonesia menjalin kerjasama daratan dan perairan disekitarnya dengan batas batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan

dengan PT. PELABUHAN INDONESIA III untuk mengoperasikan pelabuhan petikemas Nilam Multipurpose.

Terminal Nilam Timur Multipurpose merupakan penyedia jasa terminal untuk petikemas domestik. Dimana arus petikemas domestik pada Tanjung Perak Surabaya, lebih dari 50% disumbang oleh Terminal Nilam Timur Multipurpose. Pada tahun 2015 pihak manajemen melakukan penambahan 2 unit CC (Container Crane) bertenaga listrik dengan produktivitas mencapai 25 box/jam untuk lebih meningkatkan pelayanan petikemas pada terminal. Pada kondisi sebelumnya, Terminal Nilam Timur Multipurpose menggunakan 3 unit CC bertenaga diesel dengan produktivitas 21 box/jam. Dengan adanya penambahan CC baru, 1 unit CC nomor 03 yang ada di Terminal Nilam akan direlokasi ke Pelabuhan Tenau Kupang dan digantikan 2 unit CC baru tersebut. Sehingga total CC yang akan beroperasi di Terminal Nilam sebanyak 4 unit. Sedangkan 2 unit CC yang bertenaga diesel akan dimodifikasi untuk menggunakan tenaga listrik, sehingga 4 unit CC tersebut akan bertenaga listrik semua.

Dengan adanya peningkatan peralatan bongkar muat pada Container crane, pihak terminal mengantisipasi adanya lonjakan arus petikemas untuk kedepannya dengan menambah luas lapangan penumpukan seluas 4000 m<sup>2</sup>. Dimana luas lapangan penumpukan

sebelumnya hanya seluas 34.880 m<sup>2</sup> kemudian dilakukan penambahan luas menjadi 38.880 m<sup>2</sup>.

Akan tetapi arus petikemas yang terjadi tidak sesuai dengan yang diharapkan, pada tahun 2016 terjadi penurunan arus petikemas sebesar 25% pada Terminal Nilam Timur Multipurpose. Hal ini dikarenakan sering terjadinya masalah pada Container crane, sehingga nilai utilitas alat dan nilai YOR(Yard Occupancy Ratio) juga menurun. Hal tersebut mengakibatkan penambahan luas lapangan penumpukan menjadi kurang efektif. Untuk mengetahui perencanaan peningkatan kapasitas lapangan penumpukan petikemas tanpa melakukan penambahan luas lapangan penumpukan, maka dilakukan penelitian dengan pendekatan simulasi diskrit dengan menggunakan program ARENA.

## **I.2. Perumusan Masalah**

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana model simulasi untuk mengetahui pergerakan petikemas pada Terminal Nilam Timur Multipurpose ?
2. Alternatif apa yang dapat digunakan untuk meningkatkan kapasitas lapangan penumpukan petikemas tanpa melakukan perluasan lapangan ?

## **I.3. Tujuan**

Adapun tujuan dari penelitian ini :

1. Membuat model simulasi untuk mengetahui pergerakan petikemas pada Terminal Nilam Timur Multipurpose
2. Memberikan alternatif yang dapat digunakan untuk meningkatkan kapasitas lapangan penumpukan petikemas tanpa melakukan perluasan lapangan

## **I.4. Batasan Masalah**

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Daerah yang diteliti adalah Terminal Nilam Timur Multipurpose
2. Ruang lingkup penelitian hanya sebatas alat bongkar muat (Container Crane, Head Truck, dan RTG) dan lapangan penumpukan petikemas
3. Petikemas yang digunakan dalam model adalah ukuran 20 Ft

### **I.5. Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa optimal penggunaan lapangan penumpukan di pelabuhan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi untuk meningkatkan kapasitas pada lapangan penumpukan, sehingga dapat dijadikan sebagai pertimbangan dalam pengelolaan lapangan penumpukan.

### **I.6. Hipotesis**

Kajian ini menitik beratkan dengan pendekatan simulasi diskrit untuk menentukan alternatif solusi untuk meningkatkan kapasitas pada lapangan penumpukan sehingga dapat dilakukan perencanaan yang tepat agar kapasitas dari lapangan penumpukan petikemas menjadi lebih maksimal.





## **BAB II**

### **STUDI LITERATUR**

#### **II.1. Petikemas**

Petikemas atau container adalah peti atau kotak yang memenuhi persyaratan teknis sesuai dengan *International Organization for Standardization* (ISO) sebagai alat atau perangkat pengangkutan barang yang bisa digunakan diberbagai moda, mulai dari moda jalan dengan truk, kereta api dan kapal laut. Berdasarkan *Custom Convention Containers* 1972, petikemas adalah :

1. Seluruhnya atau sebagian tertutup sehingga berbentuk peti atau kotak dan dipergunakan untuk mengisi barang-barang yang akan diangkut.
2. Dibuat sedemikian rupa sehingga memungkinkan pengangkutan barang dengan suatu kendaraan tanpa harus dibongkar dulu.
3. Dibuat sedemikian rupa sehingga langsung dapat diangkat, khususnya bila dipindahkan dari satu kendaraan ke kendaraan yang lain. Dibuat sedemikian rupa sehingga mudah diisi dan dikosongkan.

Badan *International Standart Organization* (ISO) telah menetapkan ukuran-ukuran dari ptikemas adalah sebagai berikut :

##### **A. Container 20' Dry Freigheadtruck (20 Feet)**

Ukuran luarnya : 20' (p) x 8' (l) x 8'6" (t) atau  
6,058 x 2,438 x 2,591 meter

Ukuran dalamnya : 5,919 x 2,340 x 2,380 meter

Kapasitasnya : *Cubicapacity* : 33 cbm

*Pay Load* : 22,1 ton

##### **B. Container 40' Dry Freigheadtruck (20 Feet)**

Ukuran luarnya : 40' (p) x 8' (l) x 8'6" (t) atau  
12,192 x 2,438 x 2,591 meter

Ukuran dalamnya : 12,045 x 2,309 x 2,379 meter

Kapasitasnya : *Cubicapacity* : 67,3 cbm

*PayLoad* : 27,396 ton

#### **II.2. Pemodelan dan Simulasi**

Sistem merupakan sekelompok komponen yang beroperasi secara bersama-sama untuk mencapai tujuan tertentu atau sekumpulan entitas yang bertindak dan berinteraksi bersama-sama

untuk memenuhi suatu tujuan akhir yang logis (Law & Kelton, 2000). Sedangkan menurut (Arifin, 2009), sistem didefinisikan sebagai kumpulan dari elemen-elemen yang saling berinteraksi dan ada sesuatu yang mengikatnya menjadi satu kesatuan, terdapat tujuan bersama sebagai hasil akhir dan terdapat dalam suatu lingkungan yang kompleks dan sistem merupakan kondisi nyata yang dapat kita amati secara langsung. Adapun komponen penyusun sebuah sistem diantaranya adalah :

1. *Entity* adalah objek amatan dalam sebuah sistem. *Entity* bergerak, berubah status, mempengaruhi dan dipengaruhi oleh entity lain, serta mempengaruhi ukuran performansi *output*.
2. *Activity* merupakan kegiatan-kegiatan (*task*) yang terjadi dalam sebuah sistem (baik langsung maupun tidak langsung) dalam melakukan proses dari *entity-entity* yang ada, atau dapat dikatakan sebagai proses-proses yang bisa melakukan/menyebabkan perubahan dalam sistem.
3. *Attribute* adalah karakteristik *entity* yang nilainya melekat pada entity secara spesifik.
4. *Variable* adalah sebuah informasi yang menggambarkan beberapa karakteristik dari keseluruhan sistem.
5. *Resources* merupakan wadah untuk menampung entitas dalam jumlah tertentu. Entitas yang berasal dari suatu *resources* dapat bergerak di dalam sistem jika *resources* tersebut bersifat *seize-delay-release* (tampung-berhenti-sejenak-dikeluarkan).
6. *Control* adalah hal-hal yang mengendalikan sistem, mengatur bagaimana, dimana, dan kapan aktivitas suatu sistem tersebut berjalan.

Sistem tersebut nantinya dimodelkan untuk meniru kondisi eksisting dan disimulasikan untuk menjalankan model yang sudah dibuat.

### **II.2.1. Model**

Model didefinisikan sebagai proses penggambaran operasi sistem nyata untuk menjelaskan atau menunjukkan relasi-relasi penting yang terlibat (Arifin, 2009). Agar model yang dibuat sesuai dengan yang diinginkan pemodel, maka model harus memiliki empat karakteristik dasar sebagai berikut :

1. Model harus mempunyai tingkat generalisasi yang tinggi. Semakin tinggi generalisasi suatu model maka semakin baik model tersebut, sebab kemampuan untuk menyelesaikan permasalahan semakin tinggi.

2. Model harus mempunyai mekanisme yang transparan. Suatu model yang baik adalah model yang mampu menjelaskan kembali mekanisme pemecahan masalah yang dilakukan tanpa ada yang disembunyikan.
3. Model harus mempunyai potensi untuk dikembangkan (pengembangan model). Model yang baik harus membuka kemungkinan peneliti lainnya untuk mengembangkan menjadi model yang kompleks dan berdaya guna untuk menjawab permasalahan sistem nyatanya.
4. Model harus memiliki kepekaan terhadap perubahan asumsi. Model yang baik selalu memberi celah bagi para peneliti lainnya untuk membangkitkan asumsi lainnya.

Adapun tujuan pembuatan model adalah dapat merepresentasikan setiap kejadian atau situasi-situasi yang terjadi dalam kenyataannya, dapat menjelaskan perilaku dari objek atau elemen-elemen sistem yang diamati, dapat digunakan untuk membantu atau mempermudah proses pemecahan masalah pengambilan keputusan dan media pembelajaran yang lebih mudah bila dibandingkan harus mempelajari "*real system*" nya.

### **II.2.2. Simulasi**

Simulasi adalah tiruan dari sebuah sistem dengan menggunakan model komputer untuk melakukan evaluasi dan meningkatkan kinerja sistem. Diartikan pula sebagai suatu aktivitas dimana peneliti dapat menarik kesimpulan mengenai perilaku dari suatu sistem, melalui penelaahan perilaku model yang selaras dimana hubungan sebab-akibat sama dengan atau seperti yang ada pada sistem yang sebenarnya (Arifin, 2009).

Adapun tujuan dilakukannya simulasi adalah memberikan pemahaman pada model yang dibuat dan akan dibuat, mengukur kinerja dari model serta melakukan perbaikan dari model yang telah ada jika memungkinkan untuk diperbaiki, dan mengetahui peformansi dari sebuah sistem yang dibuat. Syarat dilakukannya simulasi adalah sebagai berikut (Aziz, 2013).

1. Suatu keputusan operasional sedang dibuat
2. Proses yang sedang dianalisis mudah digambarkan dan berulang
3. Peristiwa dan aktivitas menunjukkan adanya interdependencies dan variabilitas
4. Biaya berdampak pada keputusan dan lebih besar dari ongkos melakukan simulasi
5. Beban untuk mengadakan percobaan pada sistem nyata lebih besar dibandingkan beban untuk melakukan simulasi.

#### II.2.2.1. Klasifikasi model simulasi

Simulasi merupakan satu-satunya cara yang dapat digunakan untuk mengevaluasi sistem riil dengan elemen-elemen stokastik yang tidak dapat dideskripsikan melalui model matematik. Terdapat beberapa jenis simulasi yang dapat digunakan untuk sistem yang sesuai. Adapun klasifikasi dari model simulasi tersebut adalah sebagai berikut (Law & Kelton, 2000) :

##### 1. Simulasi dinamis dan statis

Simulasi dibedakan berdasarkan pengaruh terhadap waktu. Simulasi statis merupakan simulasi pada suatu sistem yang tidak mempunyai pengaruh besar terhadap waktu. Salah satu tipe yang paling umum dari simulasi statis menggunakan bilangan random untuk menyelesaikan permasalahan biasanya stokastik dan bergulirnya waktu tidak mempunyai peran. Sedangkan simulasi dinamis adalah simulasi pada suatu sistem yang memiliki pengaruh besar terhadap waktu.

##### 2. Simulasi kontinyu dan diskrit

Simulasi yang dibedakan berdasarkan adanya perubahan tiap satuan waktu. Simulasi diskrit adalah simulasi dimana peubah/variabel dari sistem dapat berubah-ubah pada titik-titik waktu tertentu. Kebanyakan dari sistem manufaktur dimodelkan sebagai simulasi kejadian dinamis, diskrit, stokastik, dan menggunakan variabel random untuk memodelkan rentang kedatangan, antrian, proses, dan sebagainya. Sedangkan simulasi kontinu adalah simulasi dimana peubah/variabel berubah-ubah, sebagai contoh, aliran fluida dalam pipa, atau terbangnya pesawat udara, kondisi variabel posisi dan kecepatan berubah secara kontinu terhadap satu dengan lainnya.

##### 3. Simulasi stokastik dan deterministik

Simulasi yang dibedakan berdasarkan sifat probabilistik. Simulasi deterministik merupakan simulasi pada suatu sistem yang tidak mengandung peubah/variabel yang bersifat probabilistik. Keluaran dari model simulasi stokastik adalah random hanya merupakan perkiraan dari karakteristik sesungguhnya dari model. Maka diperlukan beberapa kali menjalankan model, dan hasilnya hanya merupakan perkiraan dari performansi yang diharapkan dari model atau sistem yang diamati.

#### II.2.3. Verifikasi dan Validasi Model

Dalam pembuatan model, model simulasi yang dibangun harus kredibel. Representasi kredibel sistem nyata oleh model simulasi ditunjukkan oleh verifikasi dan validasi

model. Verifikasi adalah proses pemeriksaan apakah logika operasional model sesuai dengan logika diagram alur. Kalimat sederhananya adalah apakah ada kesalahan (*error*) dalam program? (Hoover, 1989). Teknik yang dapat dilakukan dalam proses verifikasi program komputer dari model simulasi antara lain :

1. Menulis dan “*debug*” program komputer untuk setiap model atau sub program untuk memastikan program yang dibuat dapat di “*running*”. Tahap pertama pada saat akan “*debug*” program dilakukan sebaiknya pada program yang dibuat secara sederhana dan secara bertahap selanjutnya dibuat yang lebih kompleks.
2. Pengembangan model simulasi dilakukan dalam suatu tim yang terdiri dari beberapa anggota yang memiliki tugas-tugas tertentu yang berbeda.
3. Melakukan “*tracing*” sehingga dapat menelusuri *state system* yang dimodelkan secara jelas.
4. Menjalankan model dengan melakukan penyederhanaan asumsi pada karakteristik model yang sudah diketahui.
5. Membuat *graphics display* yang mampu menampilkan *output* simulasi pada saat simulasi berjalan.

Validasi adalah proses penentuan apakah model, sebagai konseptualisasi atau abstraksi, merupakan representasi berarti dan akurat dari sistem nyata (Hoover, 1989); validasi adalah penentuan apakah mode konseptual simulasi (sebagai tandingan program komputer) adalah representasi akurat dari sistem nyata yang sedang dimodelkan (Law & Kelton, 2000). Sebuah model dapat diterima sebagai model yang memadai apabila model tersebut berhasil melewati hasil uji validasi.

Pendekatan yang biasa digunakan dalam pengujian validasi adalah validasi dari kotak hitam dan validasi kotak putih. Validasi kotak hitam dilakukan dengan melakukan observasi perilaku riil sistem pada suatu kondisi tertentu dan menjalankan model pada kondisi yang sedapat mungkin mendekati kondisi riil. Model akan dianggap valid apabila tidak terdapat perbedaan secara signifikan antara observasi riil sistem dengan *output* model simulasi. Metodologi yang dapat dilakukan untuk membandingkan adalah dengan uji statistik dengan menetapkan Hipotesis awal terhadap rata-rata *output* riil dan selanjutnya dibandingkan dengan *output* model simulasi (Aziz, 2013). Sedangkan validasi kotak putih dilakukan dengan mengamati cara kerja interval model simulasi, misalnya input distribusi dan logika sistem, baik statis maupun dinamis. Ada dua metode yang digunakan untuk membandingkan dua alternatif desain sistem, yaitu:

### 1. *Welch confidence interval for comparing two systems*

Metode ini dapat digunakan untuk memvalidasi suatu system yang memiliki populasi (*simulated system*) saling bebas dan berdistribusi normal baik dalam populasi maupun antar populasi. Jumlah sampel pada masing-masing populasi ( $n_1$ ) dan ( $n_2$ ) tidak harus sama, selain itu variansi antara populasi 1 dengan populasi 2 tidak harus sama ( $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \neq \sigma$ ).

Perhitungan *Welch confidence interval* untuk level of significant  $\alpha$ :

$$r / df = \frac{\left( \frac{s_x^2}{n_1} + \frac{s_y^2}{n_2} \right)^2}{\frac{\left( \frac{s_x^2}{n_1} \right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left( \frac{s_y^2}{n_2} \right)^2}{n_2 - 1}}$$

Persamaan 2- 1 *Degree of Freedom Welch confidence interval*

$$H_w = t_{r, \alpha/2} \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}$$

Persamaan 2- 2 *Half Width Welch confidence interval*

$$(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - H_w \leq \mu_1 - \mu_2 \leq (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) + H_w$$

Persamaan 2- 3 *Welch confidence interval*

*Ketetangan:*

$r / df$  = *Degree of Freedom*

$s$  = *Standart Deviasi*

$n$  = *Ukuran Sampel*

$\alpha$  = *Probabilitas*

$H_w$  = *Half Width*

### 2. *Paired-t confidence interval for comparing two systems*

Metode ini dapat digunakan untuk memvalidasi suatu system yang memiliki populasi (*simulated system*) yang tidak harus saling bebas dan berdistribusi normal baik dalam populasi maupun antar populasi. Jumlah sampel pada masing-masing populasi ( $n_1$ ) dan ( $n_2$ ) harus sama. Perhitungan *Paired-t confidence interval* dilakukan dengan menggunakan rumus rata-rata dan standar deviasi:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}$$

Persamaan 2- 4 Rumus Rata-Rata Hitung

$$s^2 = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n(n-1)}$$

Persamaan 2- 5 Rumus varian

$$s = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n(n-1)}}$$

Persamaan 2- 6 Rumus standar deviasi

$$H_w = \frac{\left[ t_{n-1, \alpha/2} \right] s}{\sqrt{n}}$$

Persamaan 2- 7 *Half Width Paired-t confidence*

$$(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - H_w \leq \mu_1 - \mu_2 \leq (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) + H_w$$

Persamaan 2- 8 *Paired-t confidence interval*

*Keterangan:*

$s^2$	= Varian
$s$	= Standar Deviasi
$n$	= Ukuran Sampel
$\bar{x}$	= Rata-rata
$x_i$	= Nilai $x$ ke- $i$
$\alpha$	= Probabilitas
$H_w$	= Half Width

#### II.2.4. Penentuan Jumlah Replikasi

Dalam menentukan jumlah replikasi dari sistem terlebih dahulu perlu diketahui jenis kondisi dari sistem. Kondisi sistem dikategorikan menjadi 2, yaitu:

##### 1. *Terminating Condition*

*Terminating condition* adalah suatu kondisi dimana kita hanya mengamati perilaku dari sebuah sistem pada waktu-waktu tertentu atau waktu operasi yang spesifik (misalnya : aktivitas bank dari jam 8.00 hingga jam 15.00).

##### 2. *Nonterminating Condition*

*Nonterminating condition* adalah suatu kondisi dimana kita mengamati perilaku steady-state dari sebuah sistem atau suatu sistem yang berjalan secara terus-menerus. Selain itu nonterminating condition dapat didefinisikan sebagai suatu kondisi dimana kita lebih tertarik untuk mengamati pola perilaku steady-state dari sistem. Ada 2 tipe estimasi performansi untuk melakukan pendekatan kondisi sistem:

a. *Point estimates (mean and standard deviation)*

Adalah suatu estimasi yang berasumsi bahwa  $\bar{X}$  dan  $S$  dari sample sudah mewakili atau sama dengan  $\mu$  dan  $\sigma$  dari populasi. Sehingga pengukuran didasarkan  $\bar{X}$  oleh dan  $S$  dari sample, dimana :

$$\bar{X} = \frac{\sum_i \bar{X}_i}{n}$$

Persamaan 2- 9 Rataan *Point Estimates*

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [\bar{X}_i - \bar{X}]^2}{n - 1}}$$

Persamaan 2- 10 Standar Deviasi *Point Estimates*

b. *Interval estimates (confidence intervals)*

Adalah suatu estimasi yang mencoba untuk mendekati  $\mu$  dari populasi dengan menentukan seberapa jauh point estimate terhadap  $\mu$  yang sebenarnya dengan menggunakan interval Half-width ( $hw$ ) adalah jarak dari masing-masing endpoint hingga.

$$hw = \frac{(t_{n-1, \alpha/2}) \times S}{\sqrt{n}}$$

Persamaan 2- 11 Half-Width *Confidence Intervals*

Dalam menentukan jumlah replikasi ada dua pendekatan yang digunakan sebagai dasarnya, antara lain:

1. *Absolute Error ( $\beta$ )*

Adalah banyaknya error yang kita toleransi terjadi dalam sistem tersebut dan dinyatakan dalam bentuk jumlah error. Dimana untuk mengetahui jumlah replikasi yang diperlukan dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$n' = \left[ \frac{Z_{\alpha/2} \times S}{\beta} \right]^2$$

Persamaan 2- 12 Jumlah Replikasi *Absolute Error*



## 2. *Relative error* ( $\gamma$ )

Adalah besarnya error yang kita toleransi terjadi dalam sistem amatan dimana biasanya dinyatakan dalam bentuk prosentase cacat. Dimana untuk mengetahui jumlah replikasi yang memenuhi dapat diketahui dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$n' = \left[ \frac{Z_{\alpha/2} x S}{\left( \frac{t_{n-1, \alpha/2} x S}{\sqrt{n}} \right)} \right]^2$$

Persamaan 2- 13 Jumlah Replikasi *Relative Error*

## II.3. Software Arena

Arena adalah perangkat lunak simulasi diskrit yang dikembangkan oleh *Rockwell Automation* pada tahun 2000. Program ini menggunakan prosesor SIMAN dan bahasa simulasi. Arena dapat diintegrasikan dengan teknologi Microsoft. Ini termasuk *Visual Basic* untuk aplikasi sehingga model dapat lebih otomatis jika algoritma tertentu diperlukan. Hal ini juga mendukung mengimpor diagram alur dari *Microsoft Visio*, serta membaca dari atau keluaran ke *spreadsheet Excel* dan *database Access*.

Di Arena, pengguna membangun model eksperimen dengan menempatkan modul (kotak dari berbagai bentuk) yang mewakili proses atau logika. Garis konektor digunakan untuk bergabung modul ini bersama-sama dan untuk menentukan aliran entitas. Sementara modul memiliki tindakan spesifik terhadap entitas, aliran, dan waktu, representasi yang tepat dari modul dan entitas masing-masing relatif terhadap kondisi nyata. Data statistik, seperti waktu siklus dan WIP (barang dalam proses) tingkat, dapat direkam dan dikeluarkan sebagai laporan. Ada beberapa hal yang dapat dilakukan dengan menggunakan Arena, antara lain :

1. Memodelkan setiap proses yang terjadi dalam kondisi yang sebenarnya
2. Mensimulasikan performa di masa yang mendatang dari sistem pemodelan yang telah kita buat untuk memahami hubungan antar proses dalam sistem
3. Memvisualisasikan kondisi operasional dengan animasi dinamis
4. Menganalisa bagaimana kinerja sistem berdasarkan konfigurasi dari modul-modul yang telah dibuat dan alternatif-alternatif yang mungkin bisa direalisasikan sehingga dapat membantu dalam proses pengambilan keputusan yang terbaik.

Model simulasi Arena dapat digunakan untuk menganalisis sistem yang lebih kompleks. Model simulasi dapat dipadukan dengan model numerik sehingga keduanya saling mendukung dalam menganalisis suatu jenis sistem yang kompleks. Model simulasi biasanya didukung oleh tipe data yang berhubungan langsung dengan angka acak, sedangkan tipe data bersifat probabilitas. Data yang seperti ini memiliki perilaku terhadap sistem yang tidak dapat diprediksikan secara pasti karena perilakunya tidak beraturan (Nur, 2013).

### II.3.1. Beberapa Distribusi Pada Software Arena

Berikut beberapa distribusi yang sering digunakan pada program arena adalah :

#### 1. Distribusi erlang

Distribusi Erlang adalah suatu kasus secara khusus yang menyangkut distribusigamma, dimana parameter bentuk adalah suatu bilangan bulat ( $k$ ). DistribusiErlang dapatdigunakan dalam situasi di mana suatu aktivitas terjadi dalam tahapberurutan dan mempunyai distribusi yang bersifat *exponen*. Distribusi Erlangsering digunakan untuk menghadirkan waktu dan untuk menyelesaikan suatutugas.

#### 2. Distribusi exponential

Distribusi Exponential adalah distribusi yang sering digunakan untuk modelinteverent pada suatu proses kedatangan acak, tetapi umumnya hanya untukmemproses penundaan waktu.

#### 3. Distribusi gamma

Distribusi Gamma adalah distribusi yang digunakan untuk menghadirkan waktudan untuk menyelesaikan beberapa tugas (sebagai contoh, suatu pengerjaandengan mesin waktu atau pada waktu memperbaiki mesin). Distribusi Gammadigunakan untuk bilangan bulat yang membentuk parameter, distribusi gammamenjadi sama lainnya dengan distribusi Erlang.

#### 4. Distribusi lognormal

Lognormal digunakan pada situasi dimana kuantitas menjadi suatu produk yangberjumlah acak. Distribusi ini berhubungan dengan bilangan normal.

#### 5. Distribusi normal

Distribusi normal adalah distribusi yang digunakan dalam situasi dimana bataspusat digunakan untuk menerapkan penjumlahan yang lain. Distribusi ini jugadigunakan untuk pengalaman yang banyak pada suatu proses yang nampak akanmempunyai suatu distribusi *symmetric*, sebab distribusi ini tidak digunakan untukpenjumlahan *positive* seperti waktu proses.

#### 6. Distribusi poisson

Distribusi Poisson adalah distribusi yang sering digunakan untuk banyak model pada peristiwa acak yang terjadi di dalam suatu interval waktu yang telah ditetapkan. Jika waktu antara peristiwa secara berurutan yang bersifat *exponential*, kemudian banyaknya peristiwa yang terjadi di dalam suatu waktu, yang interval mempunyai suatu distribusi Poisson. Distribusi ini juga digunakan untuk model ukuran batch acak.

#### 7. Distribusi triangular

Distribusi Triangular ini biasanya digunakan di dalam situasi di mana format tepat dari distribusi tidaklah dapat dikenal, yaitu untuk perkiraan yang minimum dan maksimum, dan nilai-nilai hampir bisa dipastikan ada tersedia. Pada distribusi triangular ini akan lebih mudah untuk menggunakan dan menjelaskan dibandingkan distribusi lain yang mungkin digunakan di dalam situasi ini (distribusi beta).

#### 8. Distribusi uniform

Distribusi Uniform adalah distribusi yang digunakan ketika semua nilai-nilai atas suatu cakupan terbatas mungkin dianggap sama. Kadang-kadang tidak digunakan ketika informasi selain dari cakupan sudah tersedia. Distribusi seragam mempunyai suatu perbedaan lebih besar dibandingkan distribusi lain yang digunakan ketika sedang kekurangan informasi (distribusi triangular).

#### 9. Distribusi weibul

Distribusi Weibul secara luas digunakan di dalam model keandalan untuk menghadirkan suatu alat. Jika suatu sistem terdiri dari sejumlah besar komponen yang gagal dengan bebas, dan jika dibanding waktu antara kegagalan berurutan dapat didekati oleh distribusi weibul. Distribusi ini juga digunakan untuk menghadirkan bukan suatu tugas yang negatif adalah kepada yang ditinggalkan.

#### 10. Distribusi beta

Distribusi Beta ini mempunyai kemampuan untuk menerima suatu bentuk yang luas, distribusi ini sering digunakan untuk membuat konsep dasar model untuk ketidakhadiran data.

### II.3.2. *Input Analyzer*

*Input analyzer* adalah fasilitas dari *software* Arena yang berguna untuk mencari distribusi yang sesuai dari data historis yang telah dikumpulkan atau didapatkan. Misalnya data waktu antar kedatangan, waktu proses, waktu pelayanan, dan data lainnya.

*Input Analyzer* juga dapat menentukan jenis distribusi yang paling tepat melalui metode *fitting* yang dimiliki, pengguna dapat menguji kecocokan suatu pola distribusi dengan asumsi dari

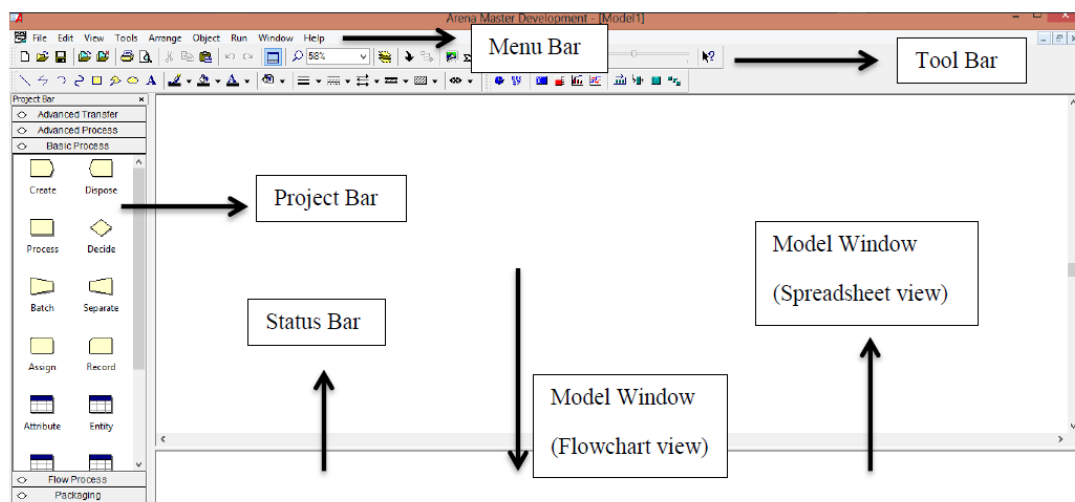
Input Analyzer. Distribusi yang didapat dari data, akan diuji kembali melalui *Input Analyzer* apakah sebaran tersebut sesuai jenis distribusinya dengan menggunakan metode *fitting*.

Dari metode *fitting*, akan menghasilkan *chi square*, Kolmogorov-Smirnov *test*, dan *Square Error*. *Chi Square* dan Kolmogorov-Smirnov *test* akan menghasilkan nilai *p*, dimana semakin tinggi nilai *p*, maka jenis distribusi tersebut semakin cocok. Dan Input Analyzer akan memilih *Square Error* paling rendah dari semua *fitting* yang dilakukan. *Square Error* terkecil tidak menjadi jaminan bahwa pola distribusi tersebut adalah yang paling cocok dan mendekati pola distribusi yang dianalisa. Hal tersebut harus dibandingkan kembali dengan nilai *p*.

Selain itu, Input Analyzer juga dapat membantu dalam mencoba *fitting* untuk jenis distribusi lain, seperti distribusi Gamma dan Beta cukup identik satu sama lain, dan menggunakan *chi square*, Kolmogorov-Smirnov *test*, dan *Square Error*, akan dapat ditemukan pola distribusi alternatif.

### II.3.3. Halaman Kerja Software Arena

Pada menu *start windows* dipilih program *Rockwell Software* dan kemudian dipilih Arena setelah dijalankan maka akan muncul tampilan *software* Arena seperti berikut ini.



Gambar 2.1 Gambaran umum program Arena

#### 1. Menu bar

*Menu bar* yang ada di dalam Arena secara umum terdiri dari menu-menu yang identik pada kebanyakan aplikasi untuk *windows*, seperti menu *file* (untuk manajemen file pengguna), menu *edit*, *view*. Dan tentunya terdapat beberapa menu bar yang disediakan Arena untuk membantu pengerjaan *modeling system* (seperti *tools*, *arrange*, *object*, dan *run* ).

#### 2. Project bar

Project bar pada Arena terdiri dari dua hal, yaitu:

a. *Flowchart* modul

Merupakan modul untuk membangun model simulasi dalam Arena, terdiri dari modul *basic process*, modul *advance process*.

b. *Spreadsheet* modul

Merupakan modul untuk status dari *flowchart* yang digunakan. Status yang ada didapatkan secara otomatis atau diinput secara manual.

3. *Status bar*

Merupakan suatu modul dalam Arena yang bertujuan untuk melihat status dari pekerjaan (modul) kita saat ini. Contoh kondisi, *Running* = model simulasi kita sedang dijalankan.

4. *Toolbar*

Merupakan suatu window yang berisi daftar perintah yang sering digunakan dan dipresentasikan dalam bentuk tombol.

5. *Model window (Flowchart view)*

*Window* ini merupakan *window* induk yang melingkupi seluruh lingkungan kerja Arena. Fungsi utama *window* ini adalah sebagai tempat *docking* bagi modul modul yang digunakan.

6. *Model window (Spreadsheet view)*

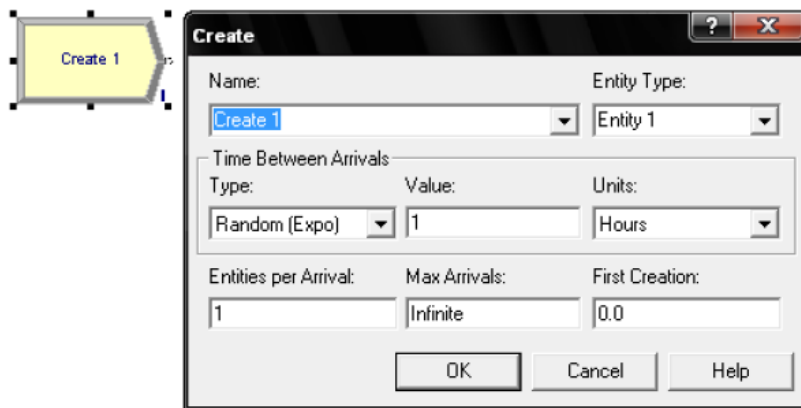
*Window* ini merupakan window yang digunakan untuk melihat data yang terdapat pada modul-modul yang digunakan pada *flowchart* modul.

### **II.3.4. Modul Basic Process Pada Arena**

*Basic Process* merupakan modul – modul dasar yang digunakan untuk simulasi. *Template basic process* ini terdiri dari beberapa modul seperti (Aryadi, 2009) :

1. *Create*

Modul ini digunakan untuk meng-*generate* kedatangan *entity* kedalam simulasi



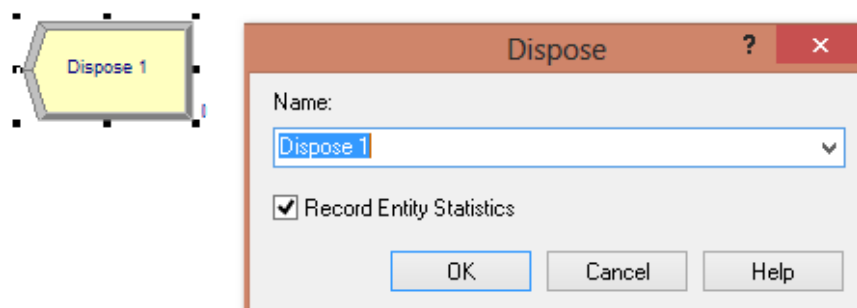
Gambar 2.2 Modul *create* pada Arena

Adapun elemen – elemen yang melekat pada modul *create* seperti:

- a. *Name* : nama modul create yang digunakan
- b. *Entity type* : jenis entitas yang di-*generate* pada simulasi
- c. *Type* : jenis waktu antar kedatangan entitas
  - i. *Random (expo)*
  - ii. *Schedule*
  - iii. *Constant*
  - iv. *Expression*
- d. *Value* : nilai daripada interval kedatangan berdasarkan tipe yang sudah ditentukan units : satuan waktu yang digunakan
- e. *Entities per arrivals* : jumlah maksimum *generate* entitas ke dalam simulasi
- f. *First creation* : waktu pertama kali *generate* ke dalam simulasi

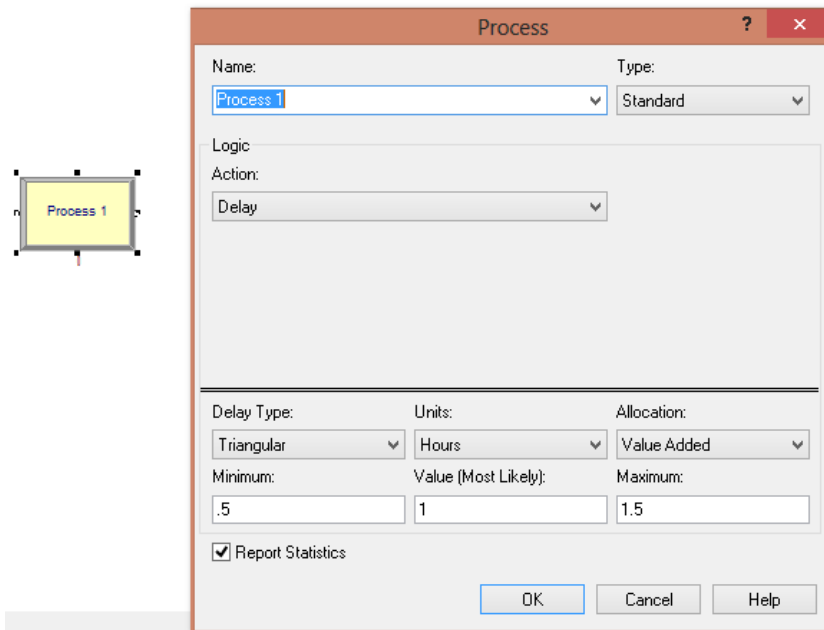
## 2. Dispose

*Record entity statistics* : digunakan untuk mencatat output standard daripada Arena



Gambar 2.3 Modul dispose Arena

## 3. Process

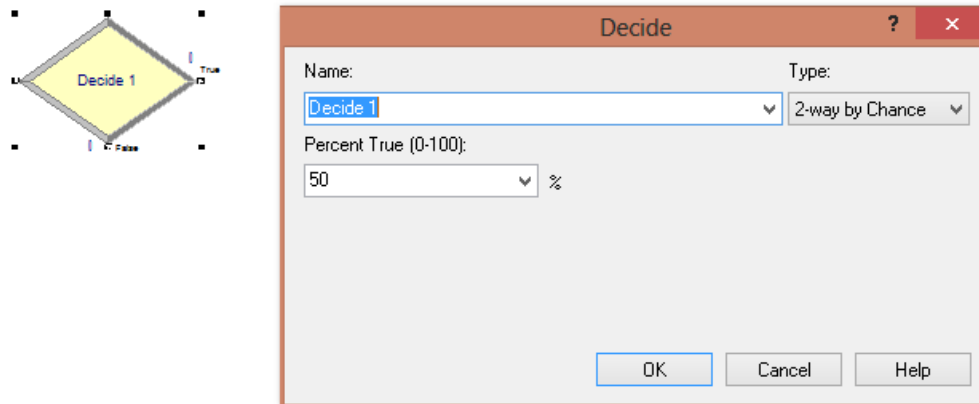


Gambar 2.4 Modul process pada Arena

Adapun elemen – elemen yang melekat pada modul process antara lain :

- a. *Name* : nama daripada modul proses yang digunakan
  - b. *Type* : tipe dari proses itu sendiri
  - c. *Action* : jenis aktivitas yang dilakukan pada saat modul proses bertipe standard
  - c. *Standard* : terdiri dari satu proses saja
  - d. *Sub model* : terdiri dari satu proses atau lebih
  - d. *Priority* : nilai prioritas dari beberapa jenis proses alternative
  - e. *Resources* : sumber daya yang digunakan dalam melakukan aktivitas proses
  - f. *Delay type* : waktu proses atau bisa juga diasumsikan sebagai waktu *delay* ketika tidak menggunakan *resource* sama sekali
  - g. *Allocation* : jenis aktivitas yang terjadi pada modul ini, terdiri dari beberapa jenis yaitu :
    - *Value added* : proses yang dilakukan terjadi penambahan nilai dari material input menjadi output
    - *Non value added* : tidak terjadi proses penambahan nilai dari material input menjadi output (misalkan kegiatan inspeksi)
  - e. *Transfer* : waktu transfer dari satu tempat ke tempat lain
  - f. *Wait* : waktu tunggu sebelum entity melakukan aktivitas berikutnya
4. *Decide*

Modul ini digunakan untuk menentukan keputusan dalam proses, didalamnya termasuk beberapa pilihan untuk membuat keputusan berdasarkan satu atau beberapa pilihan.



Gambar 2.5 Modul *decide* pada Arena

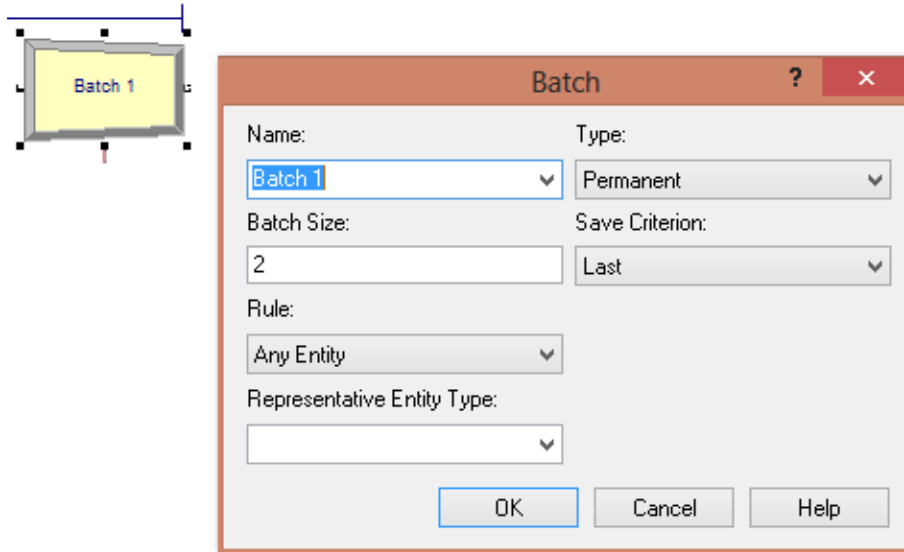
Adapun elemen – elemen yang melekat pada modul *decide* antara lain :

- a. Type : mengidentifikasi apakah keputusan berdasarkan pada kondisi dan dapat dispesifikasikan menjadi dua jenis, yaitu :
  - 2 way digunakan jika hanya untuk satu kondisi benar atau salah :  
2 –way by chance dan 2 –way by condition
  - N –way : digunakan untuk berapapun jumlah kondisi yang digunakan : N –way by chance : mendefinisikan satu atau prosentase dan N –way by condition : mendefinisikan satu atau lebih kondisi
- b. *Percent true* : nilai yang digunakan untuk menetapkan entitas yang keluar, nilai yang keluar adalah nilai yang bernilai benar.

## 5. *Batch*

Modul ini digunakan untuk menggabungkan beberapa *entitiy / assembly*



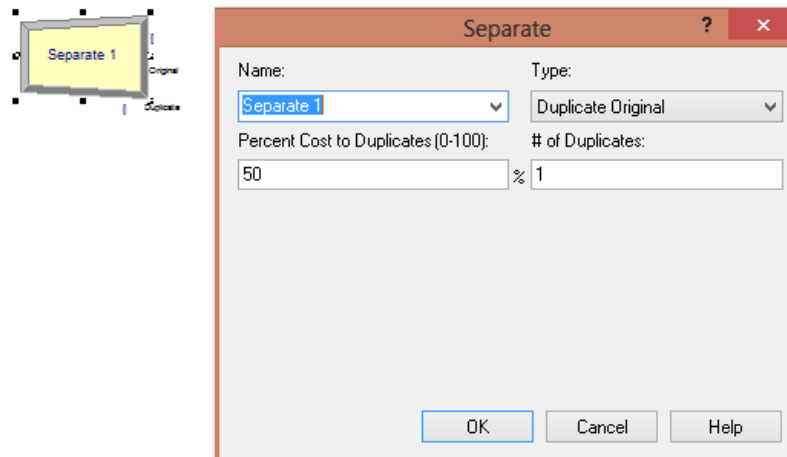


Gambar 2.6 Modul batch pada Arena

- a. *Type* : tipe daripada *assembly* terdiri dari dua jenis yaitu :
  - *Temporary* : *assembly* bersifat sementara sehingga dapat dilakukan *disassembly* ketika diperlukan
  - *Permanent* : *assembly* bersifat permanen sehingga tidak dapat di-*breakdown* lagi
- b. *Batch size* : Syarat jumlah entity yang sesuai dengan persyaratan yang masuk dalam modul ini untuk dapat dilakukan proses *assembly*
- c. *Save criterion* : atribut terakhir yang melekat pada output daripada *assembly* Terdiri dari beberapa kriteria :
  - *First* : adalah atribut yang melekat pada output *assembly* sama dengan atribut entitas yang pertama kali masuk dalam proses *assembly*
  - *Last* : adalah atribut yang melekat pada output *assembly* sama dengan atribut entitas yang terakhir kali masuk dalam proses *assembly*
  - *Product* : adalah atribut yang melekat pada output *assembly* berbeda dengan atribut yang masuk dalam proses *assembly*
- d. *Rule* : aturan entitas yang memenuhi syarat untuk digunakan dalam *assembly*. Ada dua jenis aturan yang dapat digunakan, yaitu :
  - *Any entity* : setiap entitas yang masuk dalam modul ini diasumsikan dapat digunakan untuk *assembly*
  - *By attribute* : entitas yang dapat digunakan untuk *assembly* adalah entitas yang memiliki atribut sesuai dengan yang telah ditentukan

## 6. Separate

Modul ini digunakan untuk men-dis *assembly* hasil dari modul batch, atau juga bisa diasumsikan sebagai aliran entitas yang terpisah. Misal pada system rumah sakit pasien membawa resep dokter, maka aliran antara entitas pasien dengan resep akan berbeda pada titik – titik tertentu



Gambar 2.7 Modul *separate* pada Arena

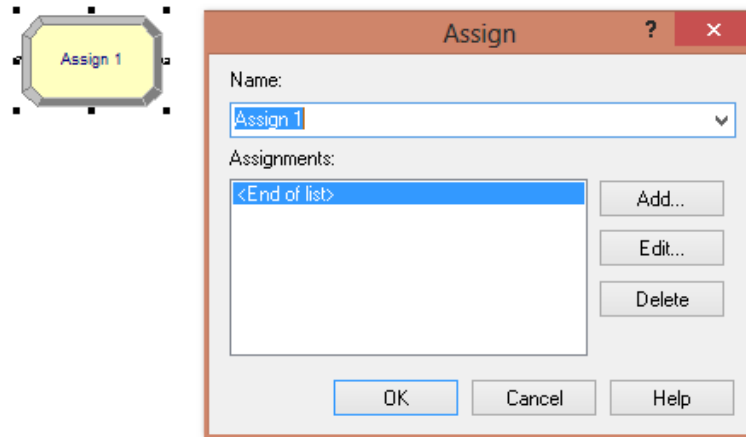
*Type* : tipe daripada modul *separate* yang digunakan. Terdiri dari dua jenis, yaitu :

- a. *Split existing batch* : memisahkan rakitan yang sudah ada (entitas yang berasal dari modul batch)
- b. *Duplicate original* : menduplikat entitas yang ada seperti pada kasus pasien dengan resep dokter.

Pada saat tipe modul ini adalah *split existing batch*, maka akan muncul member attribute yang berguna untuk mengirim atribut pada masing – masing entitas yang telah di-*breakdown*. Terdiri dari beberapa jenis antara lain : *Retain original entity values*, yaitu nilai pada masing – masing entitas sama

## 7. Assign

Modul ini digunakan untuk memasukkan nilai baru pada variable, *entity atribut*, *entity type*, atau variable lain pada sistem.

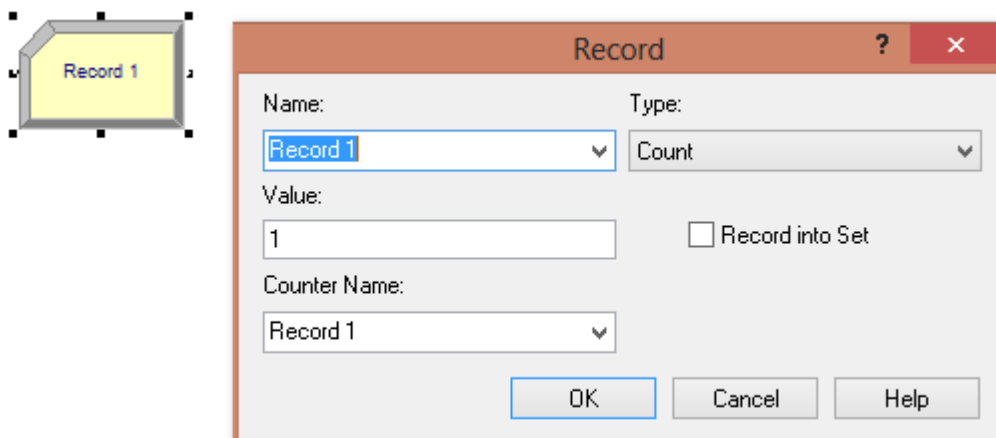


Gambar 2.8 Modul assign pada Arena

- a. Assignments : untuk menspesifikasikan satu atau lebih tugas yang akan dibuat tipe. Tipe dari tugas yang akan dilakukan terdiri dari :
  - *Variable* : nama yang diberikan pada sebuah entitas variable dengan nilai baru
  - *Atribute* : nama yang diberikan pada sebuah entity atribut dengan nilai baru
  - *Entity type* : sebuah tipe baru dari entitas
  - *Entity picture* : sebuah tipe baru berupa Gambar
  - *Other* : untuk mengidentikasi untuk atribut yang lainnya
- b. *New value* : nilai baru pada atribut, variable, atau variable system lainnya. Tidak dapat digunakan untuk *entity tipe* dan *entity picture*

## 8. Record

Modul ini digunakan untuk memunculkan data statistik pada model simulasi, tipe data statistic yang dapat dimunculkan seperti waktu antar kedatangan.



Gambar 2.9 Modul record pada Arena

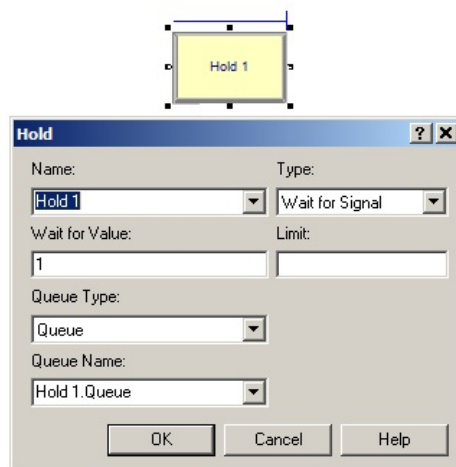
- a. *Type* : terdiri dari *count*, *entity statistic*, *time interval*, *time between*, *expression*
  - *Count* : menurunkan atau menaikkan nilai statistik
  - *Entity statistic* : menunjukkan nilai statistic secara umum seperti waktu, biaya
  - *Time interval* : melacak dan mencatat waktu antar kedatangan
  - *Expression* : mencatat nilai dari suatu nilai
- b. *Value* : mencatat data yang menggunakan statistic, tipe yang digunakan adalah ekspresi atau bisa dengan *count*
- c. *Counter name* : mendefinisikan penambahan atau penurunan data statistik, digunakan jika tipenya *counter*
- d. *Record into set* : cek box yang digunakan apakah akan digunakan penanda *tally* alat penghitung lainnya

### II.3.5. Modul *Advance Process* Pada Arena

*Advanced process panel* adalah panel yang memiliki beberapa *module* yang memiliki fungsi dan aplikasi proses yang lebih bervariasi daripada panel basic process. Panel tersebut dibagi menjadi *General flowchart Module* dan *Data Module*. Berikut adalah beberapa modul dari *Advanced Procces* pada Arena :

#### 1. *Hold Module*

Modul ini akan memegang sebuah entitas dalam sebuah antrian untuk menunggu sinyal, menunggu untuk kondisi tertentu untuk kemudian dilakukan pemindaian, atau terpegang selama waktu yang tidak terbatas. Contoh penggunaannya adalah menahan kapal masuk ketika keadaan semua tambatan pada dermaga penuh. Dan akan memasuki dermaga ketika mendapat *signal* ada tambatan yang kosong.



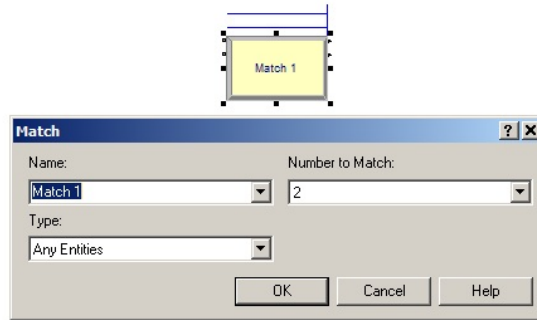
Gambar 2.10 Modul *Hold* Pada Arena

Adapun elemen – elemen yang melekat pada modul *Hold* seperti:

- a. *Name* : Nama modul Hold yang digunakan
- b. *Type* : Alasan untuk memegang entitas dalam waktu tertentu. *Wait For Signal* menunjukkan entitas akan di *hold* sampai sinyal dari nilai yang sama diterima. *Scan for Condition* mengadakan entitas sampai kondisi yang ditetapkan menjadi benar. *Infinite Hold* mengadakan entitas sampai tersebut akan dihapus dari antrian oleh modul Hapus.
- c. *Wait for Value*: Nilai Sinyal untuk entitas menunggu.
- d. *Limit* :Jumlah maksimum entitas tunggu yang akan dirilis setelah menerima sinyal.
- e. *Condition* :Menentukan kondisi yang akan dievaluasi untuk menahan entitas di modul. Jika kondisi ini dievaluasi dan bernilai benar, entitas meninggalkan modul segera. Jika kondisi salah, entitas akan menunggu di terkait antrian sampai kondisi menjadi benar.
- f. *QueueType* :Menentukan jenis antrian yang digunakan untuk menahan entitas. Jika Antrian dipilih, nama antrian ditentukan. Jika Set dipilih, antrian diatur dan anggota dalam set yang ditentukan. Jika internal dipilih, antrian internal yang digunakan untuk menyimpan semua entitas menunggu. Atribut dan Ekspresi adalah tambahan metode untuk menentukan antrian yang akan digunakan.
- g. *Queue Name* :Untuk mendefinisikan simbol nama antrian.
- h. *Set Index* : Untuk mendefinisikan indeks ke set antrian. Perhatikan bahwa ini adalah indeks ke set dan bukan nama antrian di set. Misalnya, entri hanya berlaku untuk antrian set berisi tiga anggota adalah ekspresi yang mengevaluasi ke 1,2, atau 3.
- i. *Attribute* :Bidang ini hanya akan terlihat jika Jenis Antrian Atribut. Atribut masuk di bidang ini akan dievaluasi untuk menunjukkan antrian adalah menjadi digunakan.
- j. *Expression* :Ekspresi ini hanya akan terlihat jika Jenis Antrian Expression. Ekspresi masuk di bidang ini akan dievaluasi untuk menunjukkan antrian akan digunakan.

## 2. *Match Module*

Fungsi *match module* adalah membawa beberapa entitas sekaligus untuk menunggu di antrian yang berbeda. Contoh penggunaan adalah penggabungan kapal dengan muatan sebelum meninggalkan pelabuhan.



Gambar 2.11 Modul *Match* Pada Arena

Adapun elemen – elemen yang melekat pada modul *Match* seperti:

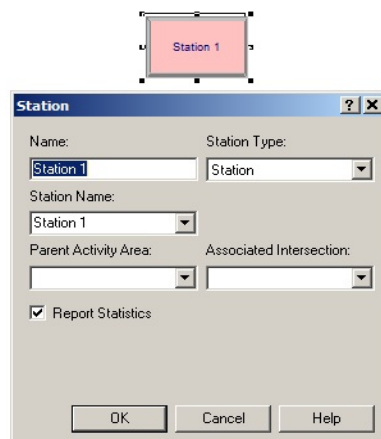
- Name* : *Module* unik untuk mengidentifikasikan bentuk *module* yang ditampilkan.
- Number to Match* : Jumlah entitas yang cocok yang harus berada dalam antrian yang berbeda sebelum proses *matching* dapat diselesaikan.
- Type* : Metode pencocokan entitas yang masuk. Jika Jenis adalah *Any Entitases*, salah satu entitas harus berada di setiap antrian untuk pertandingan yang akan dibuat. Jika Type berdasarkan pada Atribut, satu entitas harus berada dalam antrian masing-masing dengan nilai atribut yang sama.

### II.3.6. Modul *Advance Transfer* Pada Arena

Modul *Advanced Transfer* merupakan modul-modul yang digunakan untuk menggambarkan pergerakan entitas dalam sistem, berikut adalah beberapa contoh modul *Advanced Transfer* :

#### 1. *Station Module*

*Station module* mendefinisikan sebuah *station* (atau kumpulan *station*) yang cocok secara fisik atau logis lokasi dimana proses muncul. Contoh penggunaannya adalah penetapan area blok penumpukan.



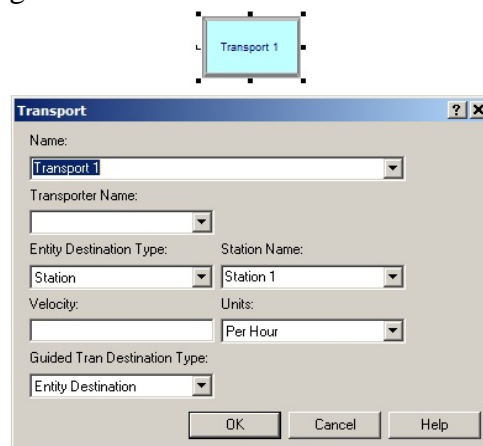
Gambar 2.12 Modul *Station* Pada Arena

Adapun elemen – elemen yang melekat pada modul *Station* seperti:

- a. *Station Type* : Jenis stasiun yang ditetapkan, baik sebagai stasiun individu atau *Set*
- b. *Station Name* : Nama dari setiap *station*
- c. *Set Name* : Nama untuk pengaturan *station*
- d. *Parent Activity Area* : Nama untuk aktivitas sumber *Area*
- e. *Associated Intersection* : Nama untuk irisan yang disatukan dengan *station* ini dalam jaringan *transporter* terpandu
- f. *Report Statistics* : Menentukan apakah statistik otomatis akan dikumpulkan dan disimpan dalam *database* laporan untuk stasiun ini dan yang sesuai kegiatan daerah
- g. *Save Attribute* : Nama atribut digunakan untuk menyimpan nomer *index* dalam pengaturan *station* dari anggota yang telah dipilih
- h. *Station Set Members* : Nama untuk *station-station* yang menjadi anggota dalam pengaturan *station* tersebut
- i. *Station Name* : Sebuah stasiun yang diberikan hanya dapat eksis sekali dalam model. Oleh karena itu, stasiun individu hanya dapat menjadi anggota dari satu set stasiun, dan bahwa stasiun individu mungkin bukan nama sebuah stasiun di *module* lain
- j. *Parent Activity Area* : Nama dari *Activity Area's parent* untuk anggota *station*

## 2. Transport Module

Fungsi dari *transport module* adalah mentransfer entitas pengendali ke stasiun tujuan. Contoh penggunaannya adalah *headtruck & chasis* yang membawa petikemas dari dan ke lapangan penumpukan atau ke dermaga



Gambar 2.13 Modul *Transport* Pada Arena

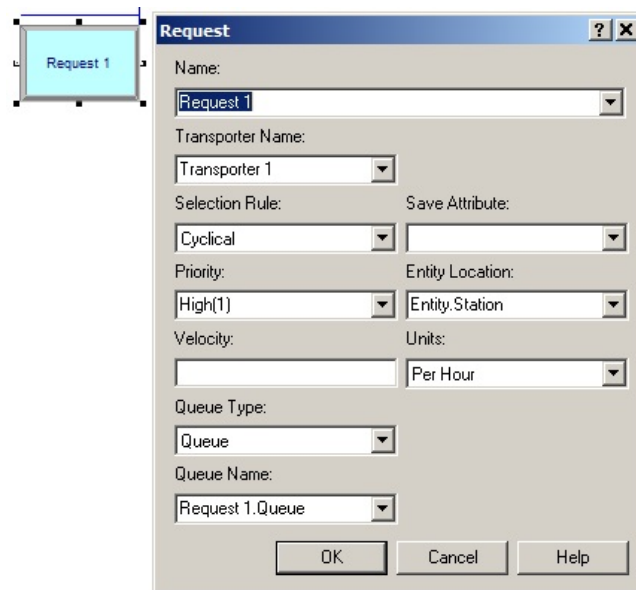
Adapun elemen – elemen yang melekat pada modul *Transport* seperti:

- a. *Name* : Nama unik untuk *module* yang akan ditampilkan dalam diagram alir
- b. *Transporter Name* : Nama *transporter* yang bergerak
- c. *Unit Number* : Menentukan unit *transporter* yang berapa dalam *transporter* setuntuk *transportasi*
- d. *Entity Destination Type* : Menentukan metode untuk spesifikasi logika *station* tujuan dari entitas
- e. *Attribute Name* : Nama untuk atribut yang menyimpan nama *station* untuk entitas yang akan dijalankan
- f. *Expression* : Ekspresi yang akan dievaluasi untuk *station* dimana entitas akan dijalankan
- g. *Velocity* : Menspesifikasikan kecepatan sementara pada entitas dan *transporter* yang akan bergerak ke *station* tujuan
- h. *Units* : Satuan kecepatan waktu
- i. *Guided Tran Destination Type* : Memungkinkan spesifikasi tujuan *guided transporter* yang berbeda dari tujuan entitas. *Field* ini diabaikan jika *Transporter Name* adalah *free-path transporter*
- j. *Station Name* : Mendefinisikan nama *station* dengan menyatukan irisan untuk *transporter* yang dikendalikan akan bergerak
- k. *Attribute Name* : Mendefinisikan nama atribut yang menyimpan nama *station* dengan sebuah penyatuan irisan hingga *transporter* yang akan dikendalikan akan bergerak
- l. *Expression* : Mendefinisikan sebuah ekspresi yang mengevaluasi untuk lokasi hubungan dimana *transporter* yang dikendalikan akan bergerak
- m. *Intersection Name* : Mendefinisikan nama dari irisan dimana *transporter* yang dikendalikan akan bergerak
- n. *Network Link Name* : Mendefinisikan nama dari hubungan jaringan dimana *transporter* yang dikendalikan akan bergerak
- o. *Zone* : Jumlah zona spesifik pada *Network Link Name*

### 3. Request Module

*Request module* menugaskan unit *transporter* ke suatu entitas dan menggerakkan unit ke lokasi stasiun entitas. Contoh penggunaannya adalah petikemas yang siap untuk dibawa ke lapangan penumpukan dan memanggil *headtruck*





Gambar 2.14 Modul *Request* Pada Arena

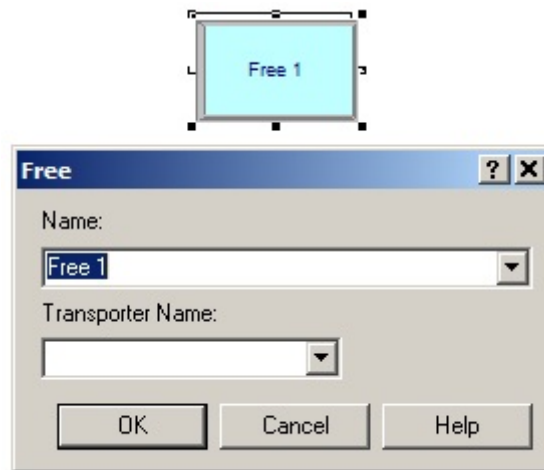
Adapun elemen – elemen yang melekat pada modul *request* seperti:

- a. *Name* : Nama unik pada *module* yang akan ditampilkan dalam diagram alir
- b. *Transporter Name* : Nama dari *transporter* untuk dialokasi
- c. *Selection Rule* : Aturan untuk menentukan *transporter* yang mana yang akan udialokasikan ke entitas, tiap *Cyclical*, *Random*, *Preferred Order*, *Spesific Member*, *Largest Distance*, dan *Smallest Distance*
- d. *Save Attribute* : Menyatakan nama atribut yang akan menyimpan nomor unit yang dipilih *transporter*
- e. *Unit Number* : Menentukan unit *transporter* tertentu
- f. *Priority* : Prioritas nilai entitas menunggu di *module* ini untuk *transporter* ditentukan jika satu atau lebih entitas yang menunggu untuk *transporter* yang sama di mana saja dalam model
- g. *Entity Location* : *Transporter* akan bergerak setelah lokasi dialokasikan
- h. *Velocity* :Kecepatan di mana *transporter* tersebut akan dipindahkan ke lokasi entitas panjang unit per satuan waktu. Waktu unit ditentukan dalam bidang Unit
- i. *Units* : Satuan kecepatan waktu
- j. *Queue Type* : Jenis antrian digunakan untuk menahan entitas sambil menunggu untuk mengakses *transporter*, baik sebagai *Individual Queue*, *Queue Set*, *Internal Queue*, atau *Attribute* atau *Exspression* yang mengevaluasi nama antrian tersebut
- k. *Queue Name* : Nama untuk setiap antrian

- l. *Set Name* : Nama untuk set antrian
- m. *Set Index* : Indeks ke *set* antrian. Perhatikan bahwa ini adalah indeks ke *set* dan bukan nama antrian di *set*
- n. *Attribute Name* : Nama atribut yang akan dievaluasi untuk nama antrian
- o. *Expression* : Ekspresi mengevaluasi nama antrian

#### 4. *Free Module*

Fungsi *free module* adalah untuk melepaskan entitas yang terakhir dialokasikan oleh *transporter unit*. Contoh penggunaannya adalah petikemas menunggu dilepaskan oleh *headtruck* untuk diletakkan di lapangan penumpukan.



Gambar 2.15 Modul *Free* Pada Arena

Adapun elemen – elemen yang melekat pada modul *Free* seperti:

- a. *Name* : Nama unik dari modul yang akan ditampilkan dalam diagram alur
- b. *Transporter Name* : Nama transporter untuk membebaskan entitas
- c. *Unit Number* : Menentukan mana unit transporter dalam transporter yang diatur untuk membebaskan entitas

### II.3.7. Data Module Advanced Transfer Panel

Data *module* adalah sekumpulan objek yang ada di tampilan lembar kerja dari model yang mendefinisikan karakteristik bermacam-macam elemen proses seperti *distance* dan *segment*. Berikut adalah macam-macam *module* yang termasuk dalam data *module Advanced Transfer Panel*

#### 1. *Distance Module*

Fungsi dari modul *Distance* digunakan untuk menetapkan jarak perjalanan antara semua stasiun yang dapat diakses oleh *free-path Transporter*. Contoh penggunaannya adalah pendefinisian jarak perjalanan di lapangan penumpukan.



Distance

Gambar 2.16 Modul *Distance* Pada Arena

Adapun elemen – elemen yang melekat pada modul *Distance* seperti:

- a. *Name* : Nama *distance set*
- b. *Beginning Station* : Nama *station* awal
- c. *Ending Station* : Nama *Station* akhir

## 2. *Transporter Module*

Fungsi dari *Transporter module* adalah untuk menetapkan perangkat *Free-path* atau guided transporter untuk menggerakkan entitas dari satu lokasi ke lokasi lain. Contoh penggunaannya adalah truk yang memindahkan petikemas.



Transporter

Gambar 2.17 Modul *Transporter* Pada Arena

Adapun elemen – elemen yang melekat pada modul *Distance* seperti:

- a. *Name* : Nama segmen
- b. *Beginning Station* : Nama stasiun pertama yang terletak di conveyor
- c. *Next Station* : Nama stasiun berikutnya yang terletak di conveyor
- d. *Length distance* : Panjang Jarak antara stasiun dan stasiun sebelumnya

## II.4. Teori Antrean

Teori antrean merupakan teori yang dapat memperlihatkan perilaku pergerakan lalu lintas baik manusia maupun kendaraan (Tamin, 2003). Dalam bidang transportasi, teori ini sangat banyak digunakan seperti antrean kendaraan yang akan masuk pintu tol, antrean kendaraan pada saat bongkar muat di pelabuhan, dan antrean kapal laut yang ingin merapat ke dermaga.

Pada umumnya setiap orang mengalami kejadian antrian dalam hidupnya, oleh

karena itu boleh dikatakan bahwa antrian sudah menjadi bagian dari kehidupan tiap orang. Sesungguhnya semua permasalahan antrian tersebut dapat kita atasi dengan menggunakan metode teori antrian. Dan metode antrian adalah suatu alat yang bertujuan untuk sistem pengelolaan yang menguntungkan dengan mengurangi terjadinya antrian.

#### **II.4.1. Komponen Utama Sistem Antrean**

Sistem antrian mempunyai enam komponen utama (Pangestu & Subagyo, 1985), yaitu:

##### **1. Sumber masukan (*input*)**

Sumber masukan dari suatu sistem antrian dapat terdiri atas suatu populasi orang, barang, mobil, komponen atau kertas kerja yang datang pada sistem untuk dilayani. Bila populasi relatif besar sering dianggap bahwa hal ini merupakan besaran yang tak terbatas. Kedatangan dapat dinyatakan dalam bentuk kedatangan per satuan waktu atau dalam bentuk waktu antar kedatangan.

##### **2. Pola Kedatangan**

Pola kedatangan para pelanggan dicirikan oleh waktu antar kedatangan, yakni waktu antara kedatangan dua pelanggan yang berurutan pada suatu fasilitas pelayanan. Pola ini dapat deterministik (yakni, diketahui secara pasti) atau berupa suatu variabel acak yang distribusi probabilitasnya dianggap telah diketahui. Pola ini dapat bergantung pada jumlah pelanggan yang berada dalam sistem, atau tidak bergantung pada keadaan sistem antrian ini. Para pelanggan datang satu per satu atau secara berombongan. Bila tidak disebutkan secara khusus, maka anggapan standarnya adalah bahwa semua pelanggan tiba satu per satu.

##### **3. Disiplin Antrian**

Disiplin antrian menunjukkan pedoman keputusan yang digunakan untuk menyelesaikan individu – individu yang memasuki sistem antrian untuk dilayani terlebih dahulu (prioritas). Beberapa disiplin antrian antara lain adalah pedoman *First Come First Served* (FCFS), *Last Come First Served* (LCFS), *Service In Random Order* (SIRO) dan *Priority Service* (PS).

##### **4. Kepanjangan Antrian**

Banyak sistem antrian dapat menampung jumlah individu – individu yang relatif besar, tetapi ada beberapa sistem yang mempunyai kapasitas yang terbatas. Secara umum model antrian terbatas lebih kompleks daripada sistem antrian tak terbatas.

##### **5. Pelayanan**

Pola pelayanan dicirikan oleh waktu pelayanan (*service time*), yakni waktu yang dibutuhkan seorang pelayan untuk melayani seorang pelanggan. Waktu pelayanan dapat bersifat

deterministik, atau berupa suatu variabel acak yang distribusinya dianggap telah diketahui. Para pelanggan dapat dilayani oleh satu pelayan atau membutuhkan suatu barisan pelayan. Bila tidak disebutkan secara khusus, maka anggapan dasarnya adalah bahwa satu pelayan saja dapat melayani secara tuntas urusan seorang pelanggan.

#### 6. Keluar (*exit*)

Sesudah individu – individu telah selesai dilayani, dia keluar dari sistem. Sesudah keluar, mungkin bergabung pada satu diantara kategori populasi. Dia bergabung dengan populasi asal dan mempunyai probabilitas yang sama untuk memasuki sistem kembali, atau dia mungkin bergabung dengan populasi lain yang mempunyai probabilitas lebih kecil dalam hal kebutuhan pelayanan tersebut kembali.

### II.4.2. Mekanisme Pelayanan

Ada 3 (tiga) aspek yang harus diperhatikan dalam mekanisme pelayanan (Sagian, 1987), yaitu :

#### 1. Tersedianya Pelayanan

Mekanisme pelayanan tidak selalu tersedia untuk setiap saat. Misalnya dalam pertunjukan bioskop, loket penjualan karcis masuk hanya dibuka pada waktu tertentu antara satu pertunjukan berikutnya. Sehingga pada saat loket ditutup, mekanisme pelayanan terhenti dan petugas pelayanan (pelayan) istirahat.

#### 2. Kapasitas Pelayanan

Kapasitas dari mekanisme pelayanan diukur berdasarkan jumlah konsumen (satuan) yang dapat dilayani secara bersama-sama. Kapasitas pelayanan tidak selalu sama untuk setiap saat, ada yang tetap, tetapi juga ada yang berubah-ubah. Karena itu, fasilitas pelayanan dapat memiliki satu atau lebih saluran tunggal atau sistem pelayanan tunggal disebut saluran ganda atau pelayanan ganda.

#### 3. Lamanya Pelayanan

Lamanya pelayanan adalah waktu yang dibutuhkan untuk melayani seorang konsumen atau satu-satuan. Ini harus dinyatakan secara pasti. Oleh karena itu, waktu pelayanan boleh tetap dari waktu ke waktu untuk semua konsumen atau boleh juga berupa variabel acak. Umumnya dan untuk keperluan analisis, waktu pelayanan dianggap sebagai variabel acak yang terdistribusi secara bebas dan sama dan tidak tergantung pada waktu pertibaan.

### II.4.3. Sistem Antrean

Dengan mengetahui sistem kedatangan maka akan mudah merencanakan sistem antrean yang digunakan. Adapun beberapa sistem antrean yang digunakan adalah :

1. *First In First Out* (FIFO)

Disiplin antrean FIFO sering digunakan di bidang transportasi dimana orang atau kendaraan yang datang pertama pada suatu tempat pelayanan akan dilayani pertama.

2. *First In Last Out* (FILO)

Disebut disiplin antrean FILO karena kendaraan atau orang yang datang pertama akan dilayani paling terakhir.

3. *First Vacant First Service* (FVFS)

Dalam kasus FVFS hanya ada satu antrean dengan beberapa tempat pelayanan sehingga orang yang pertama datang akan dilayani oleh tempat pelayanan yang pertama kosong.

### II.5. Pelabuhan

Menurut Undang Undang Nomor 21 Tahun 1992 tentang Pelayaran dijelaskan bahwa pelabuhan adalah tempat yang terdiri dari daratan dan perairan di sekitarnya dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan ekonomi yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar/berlabuh, naik turun penumpang dan/atau bongkar muat barang yang dilengkapi dengan fasilitasnya dan/atau pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi.

Ditinjau menurut letak geografisnya, pelabuhan dapat dibedakan menjadi:

- a. Pelabuhan alam (*natural and protected harbor*), adalah suatu daerah yang menjurus ke dalam ("inlet") terlindung oleh badai, gelombang secara alam, misalnya oleh suatu pulau, jazirah, estuary, atau terletak di suatu teluk, sehingga navigasi dan berlabuhnya kapal dapat dilaksanakan, Di daerah sekitar ini pengaruh gelombang sangat kecil. Contoh : Dumai, Cilacap, New York, Hamburg, dan sebagainya. (Kramadibrata, 2001).
- b. Pelabuhan buatan (*artificial harbor*), adalah suatu daerah perairan yang dibuat manusia sedemikian rupa dengan membuat bangunan pemecah gelombang (*breakwater*), sehingga terlindung dari pengaruh ombak / badai / arus. Pemecah gelombang ini membuat daerah perairan tertutup dari laut dan hanya dihubungkan oleh suatu celah (mulut pelabuhan) untuk keluar masuknya kapal. Di dalam daerah tersebut dilengkapi dengan alat penambat. Bangunan ini dibuat mulai dari pantai dan menjorok ke laut sehingga gelombang yang menjalar ke

pantai terhalang oleh bangunan tersebut. Contohnya : Tanjung Priok, Colombo dan sebagainya. (Kramadibrata, 2001).

- c. Pelabuhan semi – alam (*semi natural harbour*) merupakan campuran dari kedua tipe diatas. Misalnya suatu pelabuhan yang terlindungi oleh lidah pantai dan perlindungan buatan hanya pada alur masuk. Contoh : Palembang, Pelabuhan Bengkulu. (Kramadibrata, 2001).

Menurut jenisnya, terdapat (dua) macam pelabuhan, yaitu :

- a. Pelabuhan umum yaitu pelabuhan yang digunakan untuk melayani kepentingan umum. Contoh : Pelabuhan Tanjung Priok di Jakarta, Pelabuhan Tanjung Perak di Surabaya, Pelabuhan Makassar. Pelabuhan umum dapat dibedakan atas :
  - Pelabuhan umum yang tidak diusahakan (tidak mengutamakan *profit*) dimana penyelenggaranya adalah pemerintah melalui UPT (Unit Pelaksana Teknis) / Satuan Kerja Pelabuhan.
  - Pelabuhan umum yang diusahakan (mengutamakan profit) dimana penyelenggaranya adalah Badan Usaha Pelabuhan (BUP) yang saat ini menjadi PT (Persero) Pelabuhan Indonesia I, II, III, IV.
- b. Pelabuhan Khusus yang dioperasikan untuk kepentingan sendiri guna menunjang kegiatan tertentu, contoh : pelabuhan – pelabuhan milik Pertamina, milik Pabrik Semen Gresik, milik Pabrik Baja Krakatau Steel, dll.

## **II.6. Terminal**

Terminal adalah suatu tempat untuk menampung kegiatan yang berhubungan dengan transportasi. Di dalam terminal tersebut terdapat kegiatan turun naik dan bongkar muat baik penumpang atau petikemas yang selanjutnya akan dipindahkan ke tempat tujuan. Secara teknis, gabungan dari dermaga yang melayani trafik yang serupa (petikemas saja atau curah cair, curah kering, dan lainnya) disebut terminal. Sementara beberapa jenis terminal yang kemudian menjadikan sebuah fasilitas pelabuhan. (Budiyanto, 2007)

Perkembangan pelabuhan mengarah kepada pemusatan aktifitas berdasarkan barang dan kemasan serta teknologinya. Pemusatan aktifitas di pelabuhan tersebut membentuk terminal – terminal yang mempunyai kelengkapan fasilitas dan peralatan serta pola operasional masing – masing. Terminal dapat dibedakan menjadi tiga jenis (Budiyanto, 2007):

- a. Terminal Konvensional

Terminal konvensional adalah suatu tempat kegiatan bongkar muat barang *general cargo* dengan menggunakan *crane* kapal atau *mobile crane*

b. Terminal Penumpang

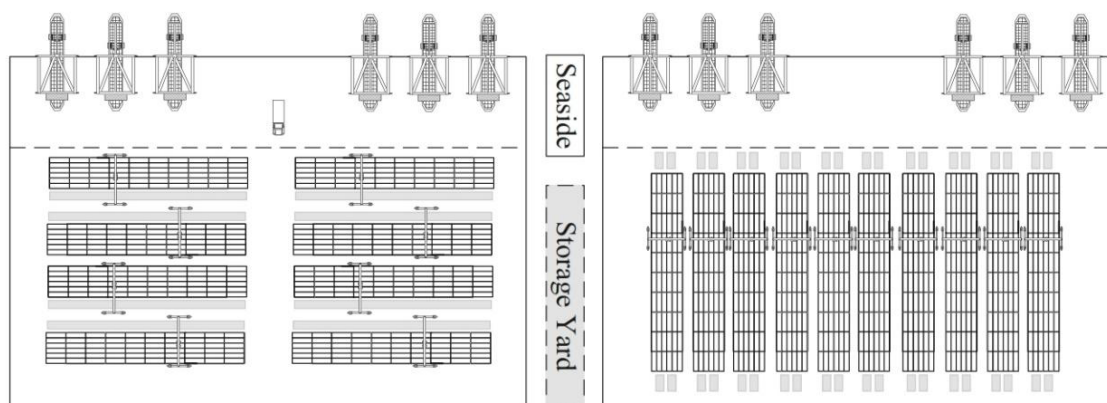
Terminal penumpang adalah tempat kegiatan turun naik penumpang dimana disini dilengkapi dengan fasilitas ruang tunggu, kantor, kamar kecil, telepon umum, dan tempat parkir.

c. Terminal Petikemas

Terminal petikemas adalah tempat kegiatan bongkar muat khusus petikemas. Terminal petikemas didukung oleh peralatan bongkar muat yang lengkap.

## II.7. Terminal Petikemas

Terminal petikemas merupakan salah satu tempat di pelabuhan yang berfungsi sebagai tempat pelayanan muatan yang dikemas dalam petikemas. Sesuai dengan namanya yaitu “terminal” yang berarti stasiun dan merupakan tempat pemberhentian sementara, tempat ini dilengkapi dengan beberapa peralatan dan perlengkapan untuk membantu muatan yang dipindahkan dari kapal, atau sebaliknya, untuk melanjutkan pengiriman muatan sehingga sampai di titik tujuan.



Gambar 2.18 Area Seaside dan Storage Yard pada terminal petikemas. (Böse, 2010)

Seperti pada gambar di atas, terminal petikemas dilengkapi dengan alat bongkar muat berupa *Quayside Gantry Crane/ Container Crane (CC)* pada *seaside* dan terdapat lapangan penumpukan (*storage yard/container yard*) sebagai tempat penumpukan sementara petikemas yang akan dimuat ataupun setelah dibongkar. Di dalam lapangan penumpukan terdapat blok-blok yang tujuannya untuk mengelompokkan petikemas, penataan blok petikemas bisa menggunakan penataan secara vertikal ataupun horisontal bergantung pada kondisi tertentu.



## II.8. Lapangan Penumpukan (*Container Yard*)

*Container yard* atau lapangan penumpukan adalah lapangan penumpukan peti kemas yang berisi muatan FCL ( Full Container Load, yaitu seluruh isi peti kemas milik seorang pengirim atau penerima muatan ) dan peti kemas kosong yang akan dikapalkan. Lapangan ini berada di daratan dan permukaannya harus diberi perkerasan untuk bisa mendukung peralatan pengangkat / pengangkut dan beban peti kemas.

Kapasitas lapangan penumpukan adalah daya tampung atau kemampuan menampung dari lapangan penumpukan untuk menampung petikemas dalam satu waktu tertentu. Daya tampung didapatkan dari penambahan jumlah arus petikemas yang mampu dikeluarkan oleh lapangan penumpukan dalam satu waktu tertentu dan volume atau kapasitas terpasang dari lapangan penumpukan. Berikut persamaan dari perhitungan daya tampung :

$$AK = \frac{V_{cy} \times T}{WT}$$

Persamaan 2- 14 Perhitungan arus petikemas keluar dari CY

Keterangan :

- AK : Arus Keluar Lapangan Penumpukan (TEUs/satuan waktu)
- Vcy : Volume Lapangan Penumpukan (TEUs)
- T : Waktu (Hari)
- WT : Lamanya Petikemas Berada Di Lapangan Penumpukan (Hari)

$$DT = AK + V_{cy}$$

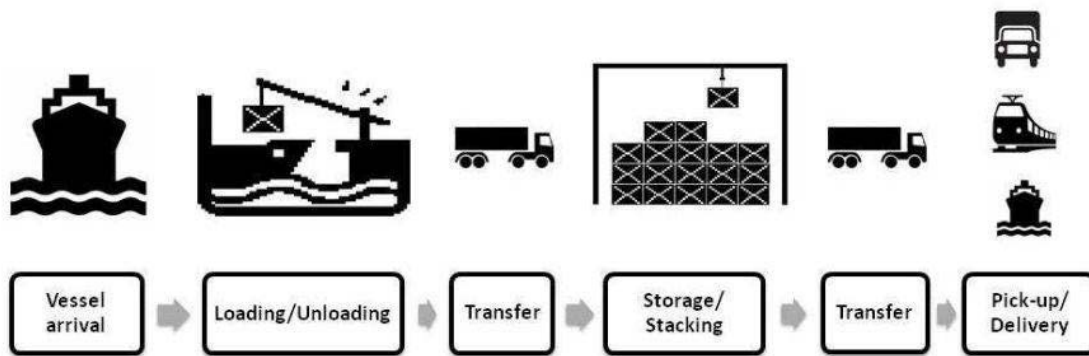
Persamaan 2- 15 Perhitungan Daya Tampung CY

Keterangan :

- DT : Daya Tampung (TEUs/satuan waktu)
- AK : Arus Keluar Lapangan Penumpukan (TEUs/satuan waktu)
- Vcy : Volume Lapangan Penumpukan (TEUs)

## II.9. Kegiatan Operasional Terminal Petikemas

Kegiatan operasional di Terminal Petikemas secara umum mencakup 3 hal yaitu kapal yang bersandar, penumpukan petikemas di lapangan dan pengoperasian peralatan.



Gambar 2.19 Proses Operasional dalam Terminal Petikemas (Velsink, 1993)

Gambar di atas menunjukkan urutan proses yang terjadi di Terminal Petikemas, dari mulai kedatangan kapal hingga petikemas keluar dari pelabuhan.

### II.9.1. *Stevedoring (loading/unloading)*

*Stevedoring (loading/unloading)* adalah kegiatan membongkar petikemas dari kapal ke dermaga, atau sebaliknya memuat dari dermaga ke kapal. Untuk mempercepat kegiatan *stevedoring* umumnya digunakan alat bantu yaitu *Quayside Gantry Crane/ Container Crane* (CC).

### II.9.2. *Cargodoring (haulage/trucking)*

*Haulage/Trucking (Cargodoring)* adalah kegiatan mengangkut petikemas dengan menggunakan *trailer/chassis* dari lambung kapal ke lapangan penumpukan petikemas atau dari CY ke CFS atau tempat *Stuffing/ Stripping* yang ditetapkan dan sebaliknya.

### II.9.3. *Lift On/Lift Off*

*Lift On/lift Off* adalah kegiatan mengangkat/ menurunkan petikemas dari chassis ke chassis lain atau menurunkan dari chassis ke tempat penumpukan atau sebaliknya.

## **BAB III METODOLOGI**

### **III.1. Metode Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Untuk membuktikan hipotesis secara empiris, maka dibutuhkan pengumpulan data untuk diteliti secara lebih mendalam. Proses pengumpulan data ditentukan oleh variabel-variabel yang ada dalam penelitian. Menurut cara memperolehnya dibedakan menjadi dua, yaitu pengumpulan data secara primer dan pengumpulan data secara sekunder.

#### **III.1.1. Data Primer**

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung di lapangan sebagai obyek penulisan. Metode wawancara mendalam atau *in-depth interview* dipergunakan untuk memperoleh data dengan metode wawancara dengan narasumber yang akan diwawancarai.

#### **III.1.2. Data Sekunder**

Data sekunder merupakan data yang didapatkan tidak secara langsung dari objek atau subjek penelitian. Misalnya penelitian harus melalui orang lain atau mencari melalui dokumen. Data ini diperoleh dengan menggunakan studi literatur yang dilakukan terhadap banyak buku dan diperoleh berdasarkan catatan – catatan yang berhubungan dengan penelitian, selain itu peneliti mempergunakan data yang diperoleh dari internet.

### **III.2. Proses Pengerjaan**

Proses pengerjaan Tugas Akhir ini dilakukan dengan beberapa tahapan sesuai dengan diagram alir yaitu sebagai berikut :

#### **III.2.1. Tahap Identifikasi Masalah**

Pada tahap ini dilakukan identifikasi mengenai permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini. Permasalahan yang timbul adalah adanya penambahan luas lapangan penumpukan petikemas yang kurang efektif sehingga kondisi nilai YOR masih rendah.

#### **III.2.2. Tahap Studi Literatur**

Pada tahap ini dilakukan studi literatur yang terkait dengan permasalahan pada tugas

ini. Materi-materi yang dijadikan sebagai tinjauan pustaka adalah materi terkait dengan pelayanan petikemas di pelabuhan .

### **III.2.3. Pengumpulan Data**

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data, metode pengumpulan data yang digunakan adalah metode pengumpulan data secara tidak langsung (sekunder). Pengumpulan data ini dilakukan dengan mengambil data terkait dengan permasalahan dalam tugas ini ke Terminal Nilam Timur Multipurpose

### **III.2.4. Tahap Pengolahan Data**

Pada tahap ini data yang telah dikumpulkan dari hasil studi lapangan yang diolah lebih lanjut sehingga dapat digunakan untuk bahan dalam pembuatan distribusi kedatangan dan model simulasi penjadwalan. Pengolahan data bertujuan untuk mencari bentuk distribusi dari data yang akan digunakan sebagai inputan untuk membuat model dengan *software arena*.

### **III.2.5. Tahap Pembuatan Model**

Pada tahap ini dilakukan pembuatan model yang sesuai dan menggambarkan operasional terminal petikemas dengan bantuan *software arena*.

### **III.2.6. Tahap Verifikasi dan Validasi**

Pada tahap ini dilakukan verifikasi dan validasi pada model simulasi yang dibuat, sehingga dapat diketahui apakah model dapat mempresentasikan kondisi nyata di lapangan.

### **III.2.7. Tahap Analisa Hasil Simulasi**

Pada tahap ini hasil dari simulasi yang didapat akan dianalisa untuk mengetahui pengaruh model terhadap tujuan yang akan dicapai dalam penelitian.

### **III.2.8. Kesimpulan dan Saran**

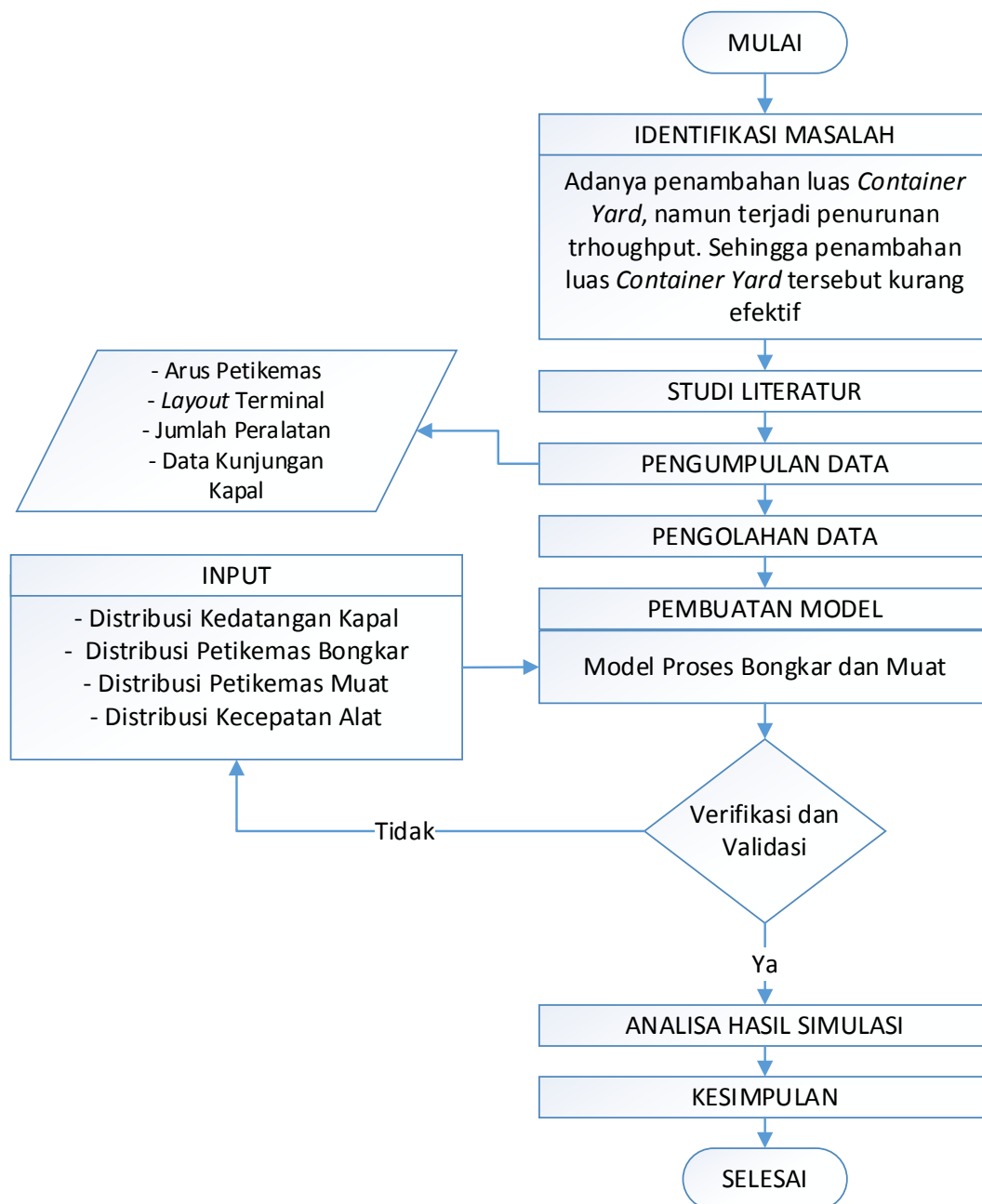
Pada tahap ini dilakukan sebuah penarikan kesimpulan yang akan menjawab semua permasalahan pada penelitian ini dan juga penulisan saran terhadap pihak-pihak terkait sebagai sesuatu yang harus dipertimbangkan.

### III.3. Lokasi Pengerjaan

Lokasi penelitian dilakukan di Terminal Nilam Timur Multipurpose, Tanjung Perak-Surabaya.

### III.4. Bagan Alir

Dalam melaksanakan penelitian ini, dibutuhkan metodologi untuk mempermudah alur dan proses kerja. Secara umum, metodologi dalam penelitian ini dapat digambarkan dalam diagram alir pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



## BAB IV

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### IV.1. Gambaran Umum Objek Penelitian

PT Pelindo III cabang Tanjung Perak Surabaya adalah perusahaan yang mengelola pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. Sebagai negara maritim, pelabuhan adalah salah satu pintu masuk dari dalam atau luar negeri, sehingga pelayanan yang baik harus menjadi sebuah prioritas pada pelabuhan Tanjung Perak Surabaya.

PT Pelindo III Cabang Tanjung Perak Surabaya merupakan perusahaan pelabuhan yang memiliki dua bidang, yaitu bidang operasi dan bidang penunjang operasi. Bidang operasi merupakan bidang yang terdiri dari beberapa anak perusahaan dan masing-masing dari anak perusahaan tersebut memiliki fungsi kerja yang berbeda-beda juga. Bidang penunjang adalah bidang yang melayani hal-hal yang menunjang kinerja dari semua bidang operasi. Bidang-bidang tersebut dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 4.1 Layout PT Pelindo III Cabang Tanjung Perak

Sumber: maps.google.com

Keterangan :

- A. Dermaga Jamrud Utara
- B. Dermaga Jamrud Barat
- C. Dermaga Jamrud Selatan
- D. Dermaga Kalimas
- E. Dermaga Mirah
- F. Dermaga Berlian Timur
- G. Dermaga Berlian Utara
- H. Dermaga Berlian Barat
- I. Dermaga Nilam Timur
- J. Dermaga Domestik TPS
- K. Dermaga Internasional TPS
- L. Dermaga Internasional TTL
- M. Dermaga Domestik TTL

#### **IV.1.1. Visi Misi PT Pelindo III Cabang Tanjung Perak Surabaya**

Adapun visi dan misi dari PT Pelindo III Cabang Tanjung Perak adalah sebagai berikut :

- Visi :  
“Menjadi pelaku penyediaan jasa kepelabuhanan yang prima, berkomitmen dan memacu integrasi logistik nasional “
- Misi :
  1. Menjamin penyedia jasa pelayanan prima melampaui standart yang berlaku secara konsisten
  2. Memacu kesinambungan daya saing industri nasional melalui biaya logistic yang kompetitif
  3. Memenuhi harapan semua stake holders melalui prinsip kesetaraan dan taat kelola perusahaan yang baik ( *Good Corporate Governance*)
  4. Menjadikan Sumber Daya Manusia yang kompeten, berkinerja, handal danberbudi pekerti luhur
  5. Mendukung perolehan devisa Negara dengan memperlancar arus perdagangan



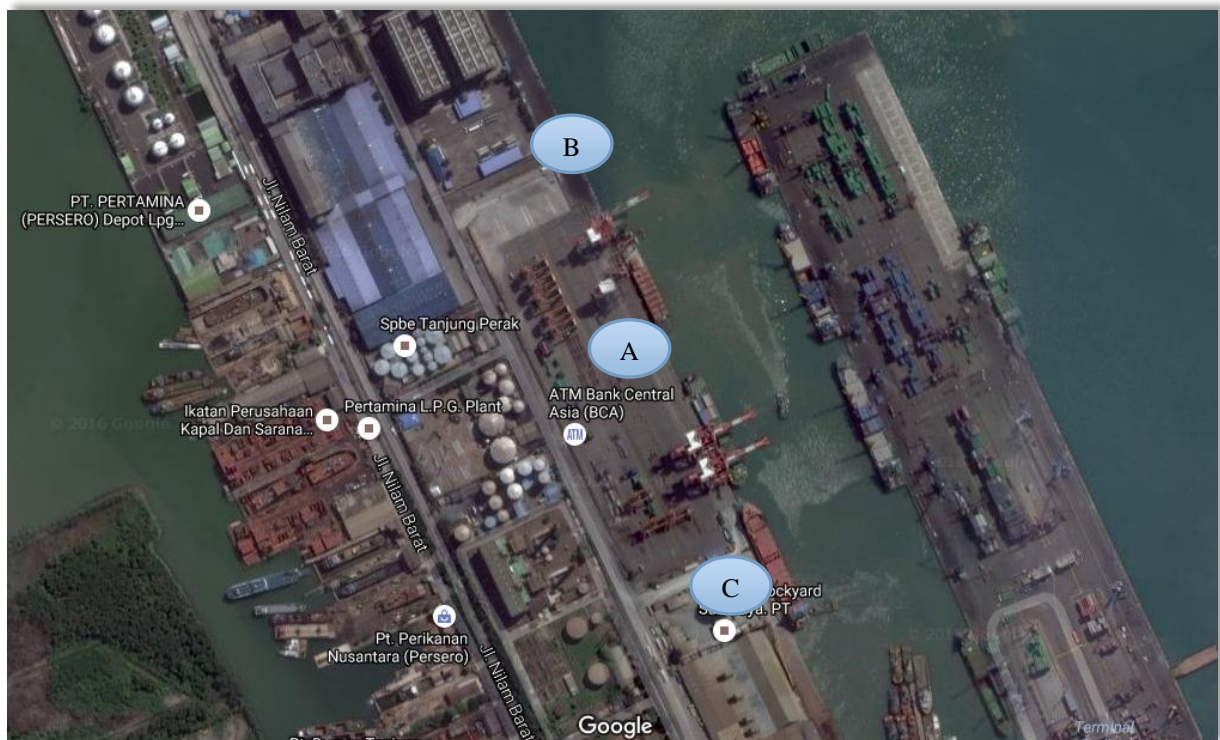
## IV.2. Fasilitas Terminal Nilam Timur Multipurpose

Terminal Multipurpose adalah segala macam atau barang di dalam terminal atau pelabuhan dengan bermacam-macam komoditi barang impor dan ekspor dalam suatu kegiatan. Terminal Multipurpose Nilam Timur, sebelumnya merupakan terminal konvensional yang dilengkapi dengan beberapa gudang. Sampai pada akhirnya PT.Pelindo III mengoptimalkannya dengan melakukan Revitalisasi menjadi terminal modern.

Revitalisasi yang dilakukan adalah dengan melakukan tahapan peningkatan bangunan dermaga, memodernisasikan gudang menjadi lapangan penumpukan atau *Container Yard* (CY) serta penyediaan peralatan bongkar muat khusus petikemas yang memadai.

### IV.2.1. Dermaga

Terminal Nilam Timur memiliki dermaga konvensional dan dermaga *multipurpose*. Dimana pada dermaga konvensional dilakukan kegiatan bongkar muat kapal campuran, sedangkan pada dermaga *multipurpose* hanya dilakukan kegiatan bongkar muat khusus petikemas. Layout dermaga Terminal Nilam Timur dapat dilihat pada gambar berikut:



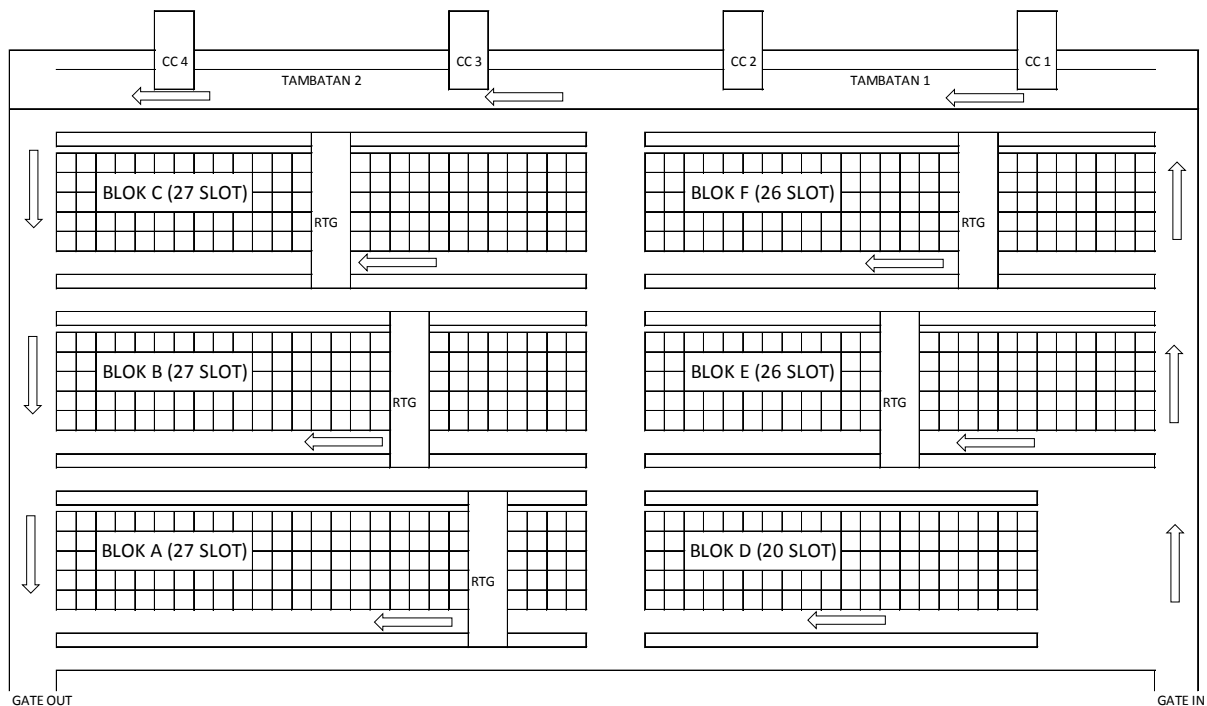
Gambar 4.2 Layout Terminal Nilam Timur

Sumber: maps.google.com

Pada Gambar 4.3 diketahui layout Terminal Nilam Timur berdasarkan letaknya dibagi menjadi tiga dermaga. Dermaga A merupakan dermaga multipurpose yang melayani petikemas domestik, sedangkan B dan C merupakan dermaga konvensional yang melayani muatan curah.

Total panjang dermaga pada Terminal Nilam Timur adalah 920 m, sedangkan panjang dermaga multipurpose yaitu sepanjang 320 m. Dermaga ini memiliki lebar 15 m dengan kedalaman 8 m.

#### IV.2.2. Container Yard



Gambar 4.3 Layout Terminal Nilam Timur Multipurpose

Keterangan :

- Blok A dan D : Blok bongkar
- Blok B, C, E, dan F : Blok Muat
- Kapasitas blok A, B, dan C : 27 Slot – 5 Row – 5 Tier  
: 675 TEUs
- Kapasitas blok E dan F : 26 Slot – 5 Row – 5 Tier  
: 650 TEUs
- Kapasitas blok D : 20 Slot – 5 Row – 5 Tier  
: 500 TEUs

Fungsi *Container Yard* adalah sebagai berikut :

- a. Sebagai *transferpoint*
- b. Sebagai *delivery* (penyerahan)
- c. Sebagai *receiving* (penerima)
- d. Sebagai *stacking* (penumpukan)

#### **IV.2.3. Kelengkapan Alat**

Fasilitas alat yang menunjang proses kegiatan di Terminal Nilam Timur Multipurpose adalah sebagai berikut :

##### **1. *Container Crane*(CC)**

*Container Crane* adalah peralatan bongkar muat yang berfungsi untuk membongkar atau memuat petikemas/container dari kapal ke Dermaga dan sebaliknya. Terminal Nilam Timur Multipurpose memiliki 4 *Container Crane* yang dioperasikan oleh PT. Pelindo III Cabang Tanjung Perak. Masing-masing dari alat tersebut memiliki kecepatan pelayanan antara 23-26 box/jam.

##### **2. *Rubber Tyred Gantry* (RTG)**

*Rubber Tyred Gantry* (RTG) adalah peralatan bongkar muat yang digunakan pada lapangan penumpukan untuk memindahkan petikemas dari truk ke lapangan penumpukan atau sebaliknya. Terminal Nilam Timur Multipurpose memiliki 5 unit RTG yang dioperasikan oleh PT.NPTI (Nilam Port Terminal Indonesia). Masing-masing alat tersebut memiliki kecepatan pelayanan antara 20-25 box/jam.

##### **3. *Head Truck* dan *Chasis***

Adalah peralatan yang digunakan dalam proses *haulage/trucking*. Terminal Nilam Timur Multipurpose memiliki 12 armada truk, dimana kecepatan maksimal operasi ditentukan oleh pihak terminal. Ketika jalan lurus kecepatan maksimal yang bisa digunakan adalah 40 km/jam dan ketika jalan belok/tikungan maka kecepatan maksimal yang dapat digunakan adalah 12 km/jam.

#### **IV.3. Pengumpulan Data**

Data selama penelitian berlangsung diperoleh dari PT. Pelabuhan III Cabang Tanjung Perak Surabaya Divisi Operasional dan teknik, dari PT. Nilam Port Terminal Indonesia Divisi Operasional. Data dari Divisi Operasional merupakan hasil rekapitulasi *throughput* petikemas dan jumlah *ship call* yang ditangani Terminal Nilam dalam beberapa tahun terakhir dan data layout Terminal Nilam

Timur yang didapatkan dari Divisi Teknik. Selanjutnya data – data tersebut diolah dan dijadikan bahan untuk pembuatan model simulasi.

#### **IV.3.1. Prosedur Pelayanan Bongkar Muat Petikemas**

Prosedur pelayanan bongkar muat dibagi menjadi dua pada Terminal Nilam Timur Multipurpose. Yang pertama oleh pihak PELINDO III Cabang Tanjung Perak, dimana pihak ini melayani bagian proses pelayanan kegiatan di dermaga. Sedangkan yang kedua adalah oleh pihak PT.NPTI, dimana pihak ini melayani bagian proses pelayanan yang berada pada lapangan penumpukan.

Kegiatan yang berhubungan dengan prosedur pelayanan pada dermaga antara lain digunakan untuk menentukan lokasi tambatan yang akan digunakan untuk kapal bersandar, penentuan jumlah *Container Crane* yang akan digunakan untuk melayani kapal. Dokumen yang dilampirkan adalah dokumen rencana waktu sandar kapal, dokumen *Stowage Plan*, dan dokumen-dokumen terkait.

Kegiatan yang dilakukan pada lapangan penumpukan adalah proses *delivery* dan proses *receiving*. Proses *delivery* adalah proses pengambilan petikemas dari lapangan penumpukan menuju keluar terminal. Sebelum pengambilan petikemas, pihak pemilik harus mengurus beberapa dokumen guna syarat pengambilan. Proses *receiving* adalah proses penerimaan petikemas dari luar terminal menuju lapangan penumpukan di dalam terminal. Proses ini memiliki batasan waktu, dimana waktu petikemas mulai bisa melakukan proses *receiving* dimulai 5 hari sebelum jadwal kedatangan kapal (*open stack*). Sedangkan waktu paling lambat petikemas melakukan proses *receiving* adalah 24 jam sebelum jadwal kedatangan kapal (*closing time*). Namun terkadang ada petikemas yang datang terlambat melewati 24 jam sebelum kedatangan kapal, hal ini tergantung oleh kedua belah pihak apakah petikemas tersebut masih dapat dimuat kapal atau tidak. Ketika hal ini terjadi, pihak pemilik barang harus menyertakan alasan dan akan dikenakan denda.

#### **IV.3.2. Realisasi Arus Petikemas Terminal Nilam**

Dari data arus petikemas yang didapatkan mulai tahun 2011 sampai dengan tahun 2015 dapat diketahui bahwa arus petikemas dari tahun 2011 hingga tahun 2013 mengalami peningkatan, namun dari tahun 2013 hingga tahun 2015 Terminal Nilam Timur Multipurpose mengalami penurunan jumlah arus petikemas. Grafik arus petikemas dapat dilihat pada Grafik 4.1.



Grafik 4.1 Arus Petikemas Terminal Nilam Timur Multipurpose Tahun 2011-2015

Dari Grafik 4.1 dapat diketahui pada tahun 2012 mengalami peningkatan sebesar 5% dari tahun sebelumnya. Pada tahun 2013 juga mengalami peningkatan arus petikemas sebesar 17,8% dari tahun sebelumnya. Sedangkan pada tahun 2014 mengalami penurunan arus petikemas sebesar 3% dari tahun 2013. Begitu pula pada tahun 2015 terminal Nilam Timur Multipurpose juga mengalami penurunan arus petikemas sebesar 14,5% dari tahun sebelumnya.

#### IV.3.3. Jumlah Kunjungan Kapal



Grafik 4.2 Jumlah Kunjungan Kapal Terminal Nilam Timur Multipurpose Tahun 2011-2015

Pada Grafik 4.2 dapat diketahui bahwa jumlah kedatangan kapal pada Terminal Nilam Timur Multipurpose tidak konsisten. Pada tahun 2012 mengalami penurunan jumlah kunjungan kapal sebesar 2,4% dari tahun sebelumnya. Pada tahun 2013 dan tahun 2014 mengalami peningkatan sebesar 6,8% dan 2,6% dari tahun sebelumnya. Namun pada tahun 2015 mengalami penurunan kunjungan kapal yang signifikan yaitu sebesar 15,2%. Dari data yang didapatkan, penurunan atau peningkatan jumlah kunjungan kapal tidak begitu mempengaruhi jumlah arus petikemas pada Terminal Nilam Timur Multipurpose. Hal ini dapat dibuktikan pada tahun 2014 dimana jumlah

arus petikemas mengalami peningkatan dari tahun sebelumnya, namun pada jumlah kunjungan kapal mengalami penurunan dari tahun sebelumnya.

#### IV.3.4. Dwelling Time

Menurut definisi World Bank (2011), pengertian *dwelling time* adalah waktu yang dihitung mulai dari suatu petikemas (kontainer) dibongkar dan diangkat (*unloading*) dari kapal sampai petikemas tersebut meninggalkan terminal pelabuhan melalui pintu utama. Dari data yang didapatkan pada Terminal Nilam Timur Multipurpose memiliki rata-rata *dwelling time* per bulan selama 9 bulan dari bulan Januari sampai bulan September adalah sebagai berikut :



Grafik 4.3 Lama waktu *Dwelling Time* Januari-September 2016

Dari Grafik diatas dapat diketahui lama dwelling time pada Terminal Nilam Timur Multipurpose dari bulan Januari sampai bulan September 2016 tidak melebihi 5 hari. Hal ini masih tergolong wajar. Nilai *dwelling time* akan buruk ketika melebihi 5 hari, hal ini akan memperlihatkan kondisi dari kinerja operasional suatu pelabuhan. Namun dengan adanya kebijakan dari presiden Jokowi untuk menurunkan waktu dwelling time menjadi 2,8 hari, maka waktu dwelling time pada Terminal Nilam Timur Multipurpose masih tergolong tinggi atau perlu diturunkan.

#### IV.3.5. Kapasitas Lapangan Penumpukan

Tabel 4.1 Kapasitas lapangan penumpukan

Lokasi	Slot	Row	Tier	Kapasitas Terpasang	
	(TEUs)	(TEUs)	(TEUs)	TEUs	TEUS/Bulan
Blok A	27	5	5	675	20,925
Blok B	27	5	5	675	20,925
Blok C	27	5	5	675	20,925
Blok D	20	5	5	500	15,500
Blok E	26	5	5	650	20,150
Blok F	26	5	5	650	20,150
<b>Total Kapasitas Terpasang</b>				<b>3,825</b>	<b>118,575</b>

Terminal Nilam Timur Multipurpose Memiliki 6 blok yang digunakan untuk penumpukan petikemas, yaitu blok A, B, C, D, E, dan F. Blok A dan Blok D adalah blok bongkar, sedangkan blok B, C, E, F adalah blok muat. Blok A, B, dan C memiliki kapasitas penumpukan yang sama besar yaitu berkapasitas 675 TEUs atau memiliki kapasitas terpasang sebesar 20925 TEUs/bulan. Blok D memiliki kapasitas sebesar 500 TEUs atau memiliki kapasitas terpasang sebesar 15500 TEUs/bulan. Sedangkan blok E dan F memiliki kapasitas masing-masing sebesar 650 TEUs atau memiliki kapasitas terpasang sebesar 20150 TEUs/bulan.





## **BAB V**

### **PEMODELAN KONDISI EKSISTING**

#### **V.1. Model Konseptual Pola Operasional**

Dalam mengembangkan sebuah model, kita harus mengetahui proses bisnis dan unsur (komponen) dari sebuah kegiatan/proses terlebih dahulu. Proses bisnis terdiri dari subproses dan beberapa unsur yang saling berinteraksi. Beberapa unsur tersebut diantaranya seperti berikut :

1. Elemen/entitas yang merupakan bagian pembentuk dari suatu sistem. Elemen yang dimaksud pada penelitian ini adalah kapal dan petikemas.
2. *Resource* yaitu alat yang melakukan proses. *Resource* yang dimaksud pada penelitian ini adalah *Container Crane* pada dermaga sebagai alat yang melakukan proses bongkar muat dari kapal ke *truck* atau sebaliknya. RTG pada lapangan penumpukan dan *truck* sebagai alat *haulage*.

Proses yang terdapat pada Terminal Nilam Timur Multipurpose dimulai dari kedatangan kapal sampai kapal tersebut meninggalkan dermaga adalah sebagai berikut :

1. Kedatangan kapal dan pemilihan tambatan  
Pada tahap ini kapal yang datang ke terminal petikemas harus melihat kondisi tambatan terlebih dahulu, jika dermaga sedang penuh maka kapal yang datang harus menunggu terlebih dahulu. Sistem antrian yang dipakai pada Terminal Nilam Timur adalah *First Come First Serve* (FCFS).
2. Penentuan Jumlah *Crane* (Proses Bongkar Muat)  
Pemilihan jumlah *crane* berdasarkan banyaknya jumlah petikemas yang akan dibongkar dan dimuat. Kemungkinan besar tiap kapal yang sandar akan dilayani oleh 2 *crane* langung, hal ini dikarenakan pihak perusahaan pelayaran mengutamakan kecepatan dalam proses bongkar muat. Namun tidak menutup kemungkinan hanya dilayani oleh 1 *Crane* ketika jumlah muatan berjumlah sedikit.
3. *Haulage*  
Pada proses kegiatan bongkar dibagi menjadi dua, pertama yaitu truk dari dermaga akan membawa petikemas menuju blok bongkar. Yang kedua truk dari dermaga langsung membawa petikemas menuju *gate-out*. Sedangkan untuk proses muat, truk dari blok muat

akan membawa muatan menuju lokasi tambatan kapal tersebut sandar. Pengambilan petikemas dari blok muat menyesuaikan lokasi petikemas tersebut.

#### 4. Penumpukan Petikemas pada Blok

Proses penumpukan di lapangan penumpukan pada proses muat menyesuaikan dengan prioritas blok bongkar, yaitu blok bongkar A kemudian jika blok bongkar A penuh maka akan dilakukan pada blok bongkar D. Namun untuk pengisian blok muat oleh petikemas dari luar menyesuaikan prioritas blok muat, yaitu blok muat F, blok muat C, blok muat E, dan blok muat B. Hal tersebut dilakukan pengisian pada blok berikutnya sesuai prioritas jika blok prioritas sebelumnya sudah penuh.

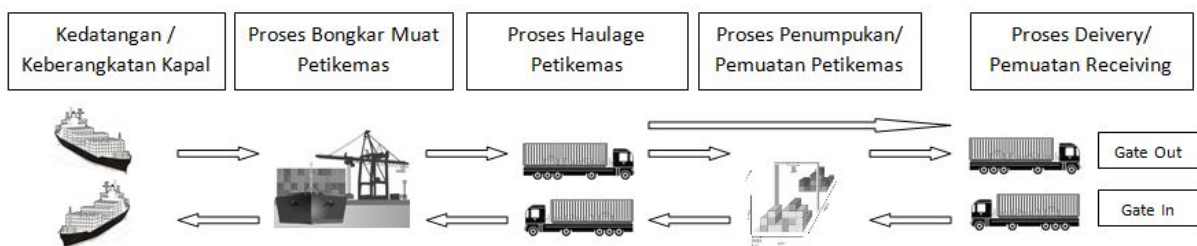
#### 5. *Delivery*

Proses *delivery* merupakan proses pengambilan petikemas oleh pemilik barang pada lapangan penumpukan blok bongkar. Pada proses ini terdapat waktu petikemas berada pada lapangan penumpukan atau biasa disebut waktu timbun. Dimana waktu ini dipengaruhi oleh lama penyelesaian dokumen-dokumen untuk mengambil petikemas tersebut.

#### 6. *Receiving*

Proses *receiving* adalah proses penumpukan petikemas pada lapangan penumpukan blok muat oleh pemilik barang. Untuk proses *receiving* ada batasan waktu closing yaitu 24 jam sebelum jadwal sandar kapal.

Dari keenam tahapan di atas, masing-masing terdapat proses sehingga tiap entitas yang masuk kedalam tahapan tersebut dikenakan proses. Adapun proses yang terdapat pada pola operasional terminal petikemas seperti kapal saat memilih tambatan, proses bongkar muat, proses *haulage*, proses penumpukan, dan proses *delivery/receiving*.



Gambar 5.1 Alur proses pada Terminal Nilam Timur Multipurpose

Dari gambar diatas diketahui bahwa alur proses pada Terminal Nilam Timur Multipurpose terdapat enam proses. Tetapi terkadang hanya melewati lima proses saja, yaitu pada proses bongkar petikemas tidak melewati proses penumpukan pada lapangan penumpukan blok bongkar. Hal ini dikarenakan petikemas tersebut langsung diambil dari dermaga oleh pemilik barang, sehingga langsung melewati proses *delivery*.

## **V.2. Inputan Model Simulasi**

Sebelum membuat model simulasi, terlebih dahulu perlu diketahui inputan yang akan digunakan dalam model simulasi tersebut, sehingga model simulasi dapat menggambarkan kondisi nyata operasional Terminal Nilam Timur Multipurpose.

### **V.2.1. Data Inputan Simulasi**

Data inputan simulasi adalah data yang akan digunakan dalam proses pembuatan model simulasi, data ini didapatkan dari hasil kunjungan ke objek penelitian ataupun dari pihak ketiga. Data yang dimaksud dapat berupa data primer maupun sekunder, antara lain:

1. Waktu antar kedatangan kapal
2. Ukuran kapal
3. Jumlah muatan bongkar
4. Jumlah muatan muat
5. Kecepatan bongkar muat *container crane*
6. Kecepatan *lift on/lift of* dari RTG
7. Waktu timbun
8. Kecepatan truk

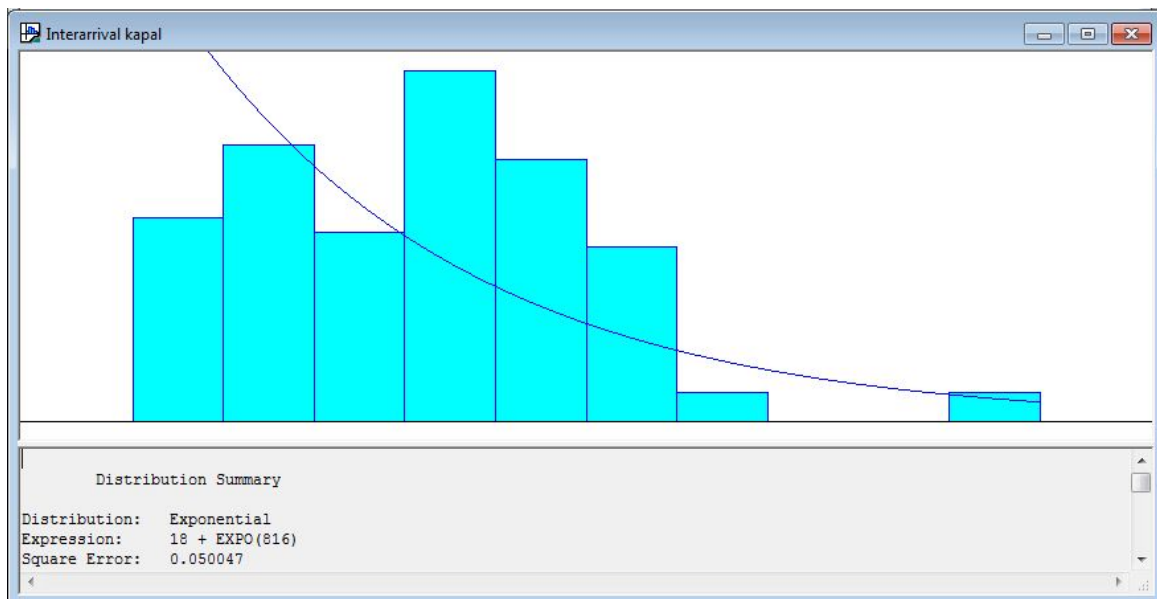
Untuk itu, diperlukan suatu pendekatan dengan menggunakan *tool* yang ada pada Arena yaitu *input analyzer*. *Input analyzer* akan menunjukkan gambar distribusi yang akan dipakai sebagai input pada software Arena.. Di sini diasumsikan bahwa distribusi *ber-square error* terendah adalah yang terbaik dan akan digunakan sebagai input pada model simulasi.

### **V.2.2. Inputan Entitas**

Inputan entitas berawal dari waktu interval kedatangan kapal di Terminal Nilam Timur Multipurpose. Entitas tersebut datang dengan disertai beberapa atribut, antara lain : ukuran kapal, jumlah petikemas yang akan dibongkar dan jumlah petikemas yang akan dimuat. Selain itu juga terdapat beberapa inputan guna mempermudah pembuatan model pada *software Arena*. Berikut adalah distribusi inputan entitas di Terminal Nilam Timur Multipurpose :

1. Distribusi interval kedatangan kapal di Terminal Nilam Timur Multipurpose

Jenis distribusi dan persamaan untuk interval antarkedatangan kapal di Terminal Nilam Timur Multipurpose adalah sebagai berikut :



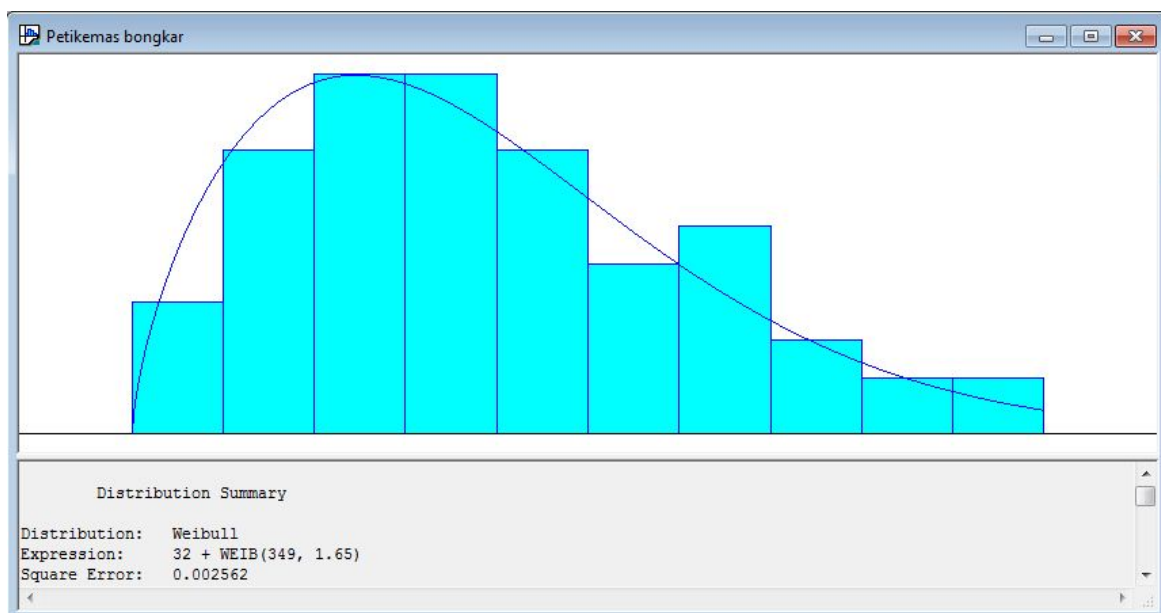
Gambar 5.2 Hasil *fitting* data distribusi waktu antarkedatangan kapal di Terminal Nilam Timur Multipurpose

- *Distribution* : Exponential
- *Expression* : 18 + EXPO(816)
- *Square Error* : 0,050047

Distribusi ekponensial digunakan untuk memodelkan kasus selang waktu antara kejadian dari suatu peristiwa (waktu antara kedatangan).

## 2. Distribusi jumlah petikemas bongkar di Terminal Nilam Timur Multipurpose

Jenis distribusi dan persamaan untuk jumlah petikemas bongkar di Terminal Nilam Timur Multipurpose adalah sebagai berikut :

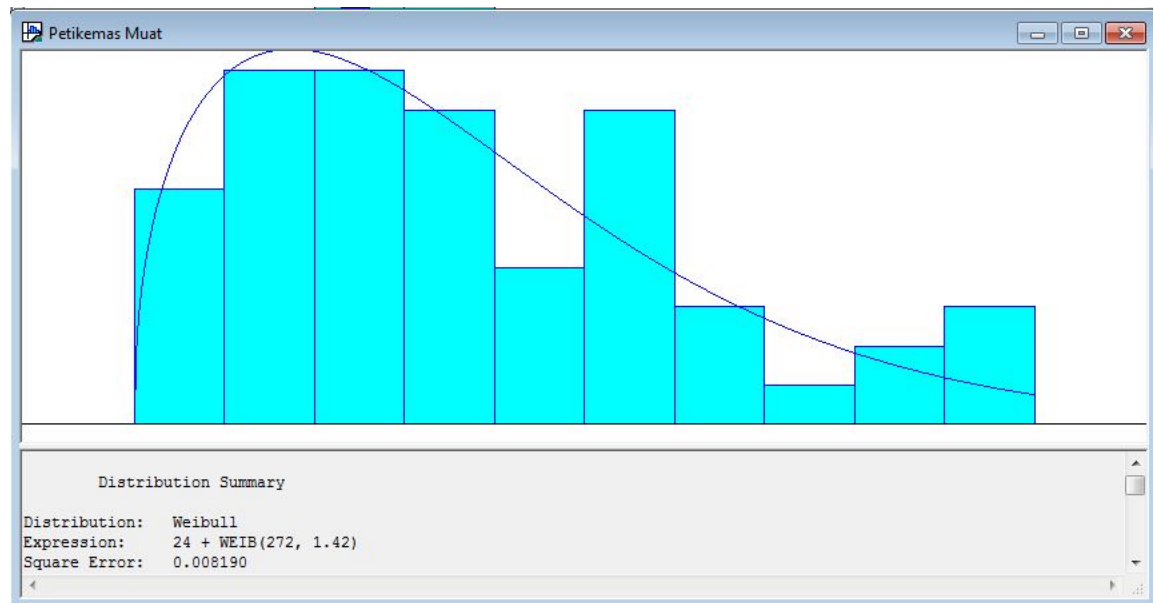


Gambar 5.3 Hasil *fitting* data distribusi jumlah petikemas bongkar di Terminal Nilam Timur Multipurpose

- Distribution : Weibull
- Expression :  $32 + \text{WEIB}(349, 1.65)$
- Square Error : 0.002562

### 3. Distribusi jumlah petikemas muat di Terminal Nilam Timur Multipurpose

Jenis distribusi dan persamaan untuk jumlah petikemas muat di Terminal Nilam Timur Multipurpose adalah sebagai berikut :

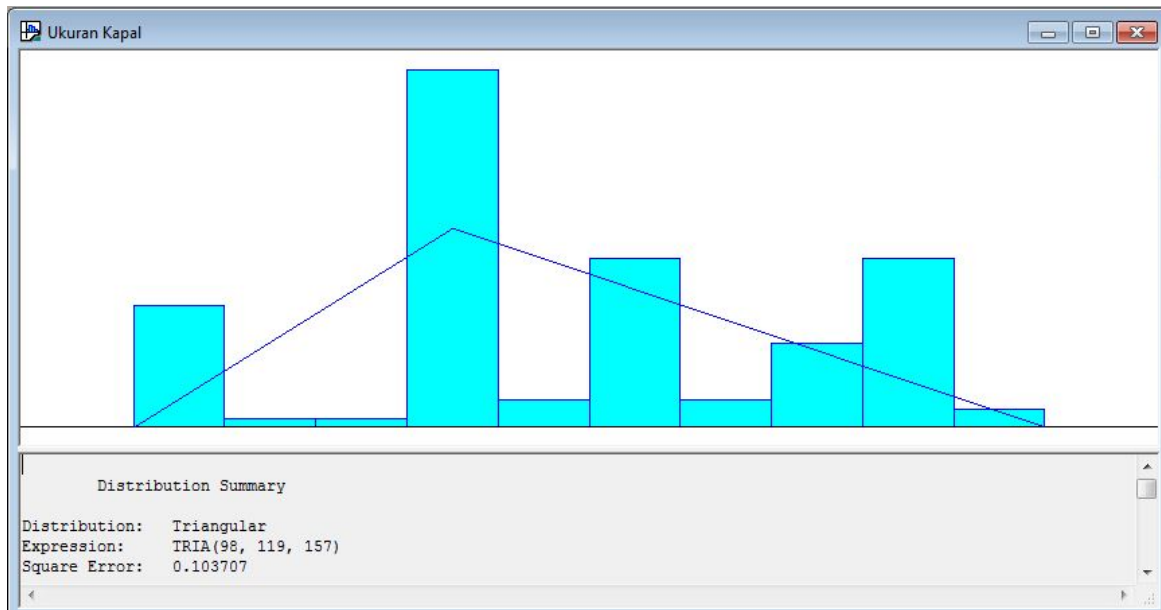


Gambar 5.4 Hasil *fitting* data distribusi jumlah petikemas muat di Terminal Nilam Timur Multipurpose

- Distribution : Weibull
- Expression :  $24 + \text{WEIB}(272, 1.42)$
- Square Error : 0.008190

### 4. Distribusi ukuran kapal yang sandar di Terminal Nilam Timur Multipurpose

Jenis distribusi dan persamaan untuk ukuran kapal yang sandar di Terminal Nilam Timur Multipurpose adalah sebagai berikut :



Gambar 5.5 Hasil *fitting* data distribusi ukuran kapal yang sandar di Terminal Nilam Timur Multipurpose

- Distribution : Triangular
- Expression : TRIA(98, 119, 157)
- Square Error : 0,103707

#### 5. Distribusi kecepatan alat yang dipakai pada model

Distribusi yang digunakan pada Container Crane dan RTG adalah jenis distribusi normal, sedangkan pada kecepatan truk menggunakan distribusi uniform.

##### a. Container Crane

- Rata-rata : 144 detik/box
- Standar deviasi : 6 detik

##### b. Rubber Tyred Gantry Crane (RTG)

- Rata-rata : 157 detik/box
- Standar deviasi : 13 detik

##### c. Truk

Kecepatan truk tanpa muatan

- Minimum : 15 Km/jam
- Maksimum : 20 Km/jam

Kecepatan truk dengan muatan

- Minimum : 10 Km/jam
- Maksimum : 15 Km/jam

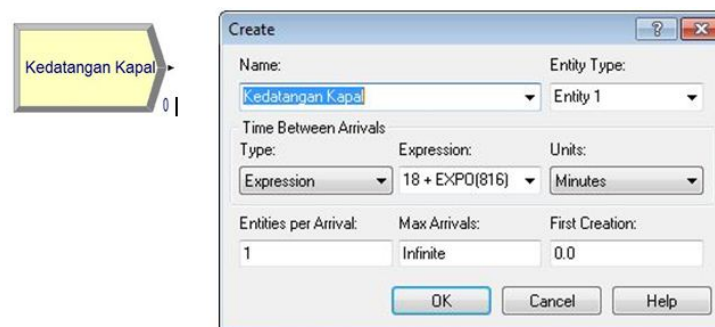
### V.2.3. Inputan Proses

Inputan proses adalah inputan yang digunakan pada proses kegiatan di model Arena. Inputan proses berbeda dengan inputan entitas, pada inputan entitas akan menjadi atribut dari entitas itu sendiri. Namun pada inputan proses hanya digunakan oleh *resource* yang ditentukan untuk memproses entitas. Contoh dari inputan ini adalah waktu produktivitas *Container Crane*, RTG, dan kecepatan truk.

### V.3. Pembuatan Model Simulasi

Berdasarkan model konseptual operasional pelabuhan, maka selanjutnya dapat dilakukan pembuatan model simulasi yang dapat menggambarkan kejadian nyata dengan bantuan *software Arena*. Model simulasi akan dibuat berdasarkan beberapa tahapan, mulai dari tahapan kedatangan sampai tahapan kapal keluar yang dapat menggambarkan kondisi nyata kegiatan operasional Terminal Nilam Timur Multipurpose. Pada tahapan kedatangan kapal secara garis besar akan di filter berdasarkan jumlah muatan yang akan dibongkar dan jumlah muatan yang akan dimuat. Setelah itu selanjutnya jika jumlah bongkar dan muat lebih dari 50 boks maka akan menggunakan 2 *crane*. Begitu pula sebaliknya, ketika jumlah muatan dibawah 50 boks maka akan dilayani oleh 1 unit *Crane*.

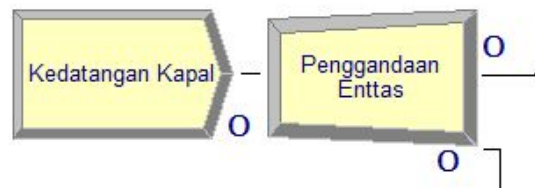
#### V.3.1. Kedatangan Kapal dan Pemberian Atribut



Gambar 5.6 Modul *create* sebagai entitas kedatangan kapal

Pada gambar diatas diketahui untuk *interarrival time* pada entitas yang masuk menggunakan distribusi eksponensial. Setelah entitas masuk sistem, maka akan diberikan atribut ukuran kapal, jumlah petikemas bongkar, petikemas muat, dan beberapa atribut tambahan lainnya.

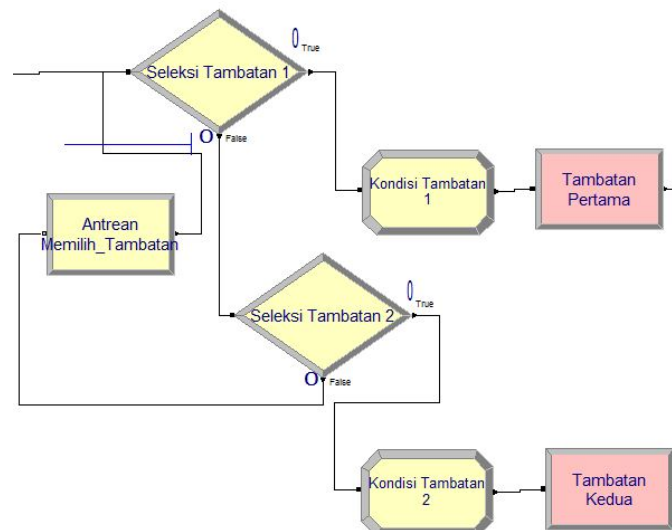
### V.3.2. Proses *Duplicate* Entitas



Gambar 5.7 Modul *separate* untuk menggandakan entitas yang masuk

Gambar di atas menggambarkan proses penggandaan entitas yang memasuki sistem. Hal ini bertujuan agar kedatangan entitas menjadi satu antara proses bongkar dan proses muat. Entitas yang asli akan menuju proses bongkar, namun entitas hasil penggandaan akan menuju proses bongkar. Dimana entitas yang asli akan menjadi entitas petikemas bongkar pada model bongkar, sedangkan entitas hasil penggandaan akan menjadi entitas petikemas muat pada model muat.

### V.3.3. Pemilihan Tambatan Kapal

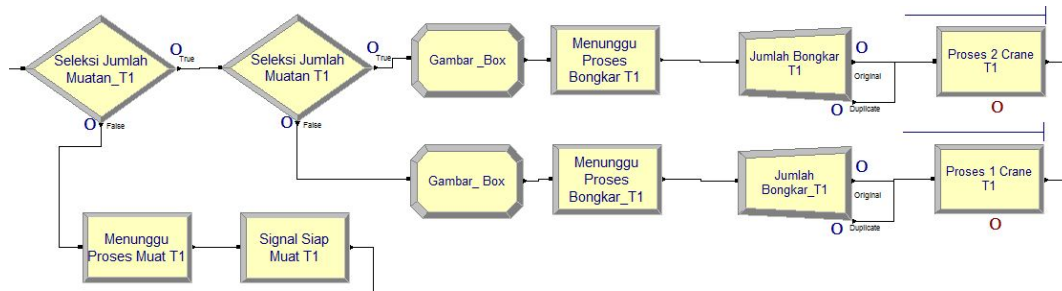


Gambar 5.8 Proses pemilihan tambatan sebelum kapal sandar

Pada gambar diatas dijelaskan bahwa Entitas asli/kapal yang akan masuk ke dermaga Terminal Nilam Timur Multipurpose akan ditahan jika semua tambatan sedang terdapat kapal yang dilayani, dan akan masuk ke tambatan ketika ada tambatan yang kosong. Prioritas tambatan adalah tambatan 1 kemudian tambatan 2.



### V.3.4. Proses Bongkar



Gambar 5.9 Proses bongkar dan pelayanan jumlah crane yang melayani

Dalam proses ini, entitas (kapal) yang membawa atribut jumlah petikemas bongkar akan memilih penggunaan jumlah unit *container crane* yaitu dengan menentukan jumlah muatan yang akan dibongkar. Ketika jumlah muatan bongkar kurang dari 50 maka akan dilayani oleh satu *container crane*, namun jika berjumlah 50 ke atas maka akan dilayani oleh dua *container crane*. Akan tetapi jika jumlah muatan 0, maka akan langsung menuju proses muat. Kemudian dilakukan proses bongkar dengan kecepatan *container crane* yang sudah didistribusikan.

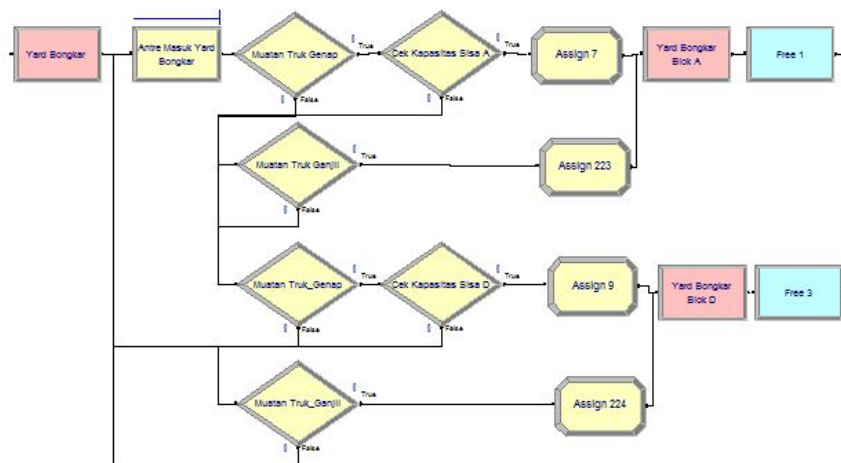
### V.3.5. Proses *Haulage*



Gambar 5.10 Modul *request* dan transport digunakan dalam proses haulage

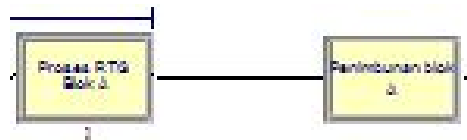
Pada gambar diatas sistem akan memanggil *head truck* dan *chassis* menuju ke sisi dermaga dan setiap 2 petikemas (20 Feet) yang dibongkar dari kapal akan dibawa oleh 1 unit truk menuju blok bongkar, dikarenakan panjang *chassis* adalah 40 feet. Namun tidak menutup kemungkinan adanya jumlah petikemas ganjil, sehingga akan ada truk yang bermuatan satu boks petikemas.

### V.3.6. Proses Penumpukan di Lapangan Penumpukan (Blok Bongkar)



Gambar 5.11 Proses pemilihan lokasi lapangan penumpukan petikemas bongkar

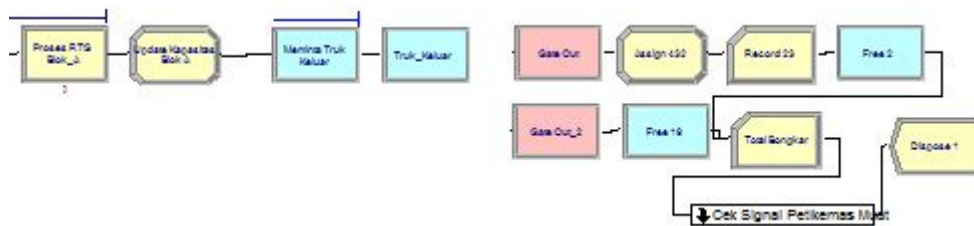
Pada gambar diatas dijelaskan sebelum petikemas ditumpuk di blok bongkar, sistem akan melakukan pengecekan apakah blok prioritas pertama sudah penuh atau belum, jika penuh maka akan dialihkan menuju blok prioritas selanjutnya. Pada Terminal Nilam Timur Multipurpose memiliki 2 blok bongkar, yaitu blok bongkar A dan blok bongkar D. Ketika kedua blok tersebut sudah penuh, maka petikemas yang akan masuk akan di *delay* dulu sampai ada ruang yang cukup pada blok bongkar.



Gambar 5.12 Proses RTG dan penimbunan pada lapangan penumpukan bongkar

Setelah menentukan blok bongkar, maka dilanjutkan proses *lift off* oleh *resource* RTG dengan kecepatan RTG yang sudah didistribusikan. Setelah itu di *delay* selama 73.5 jam sebagai asumsi waktu administrasi untuk penyelesaian dokumen-dokumen yang diperlukan untuk mengambil petikemas tersebut. Asumsi tersebut berdasarkan pendekatan pada model yang telah dibuat sehingga waktu *dwelling time* mendekati kondisi eksisting.

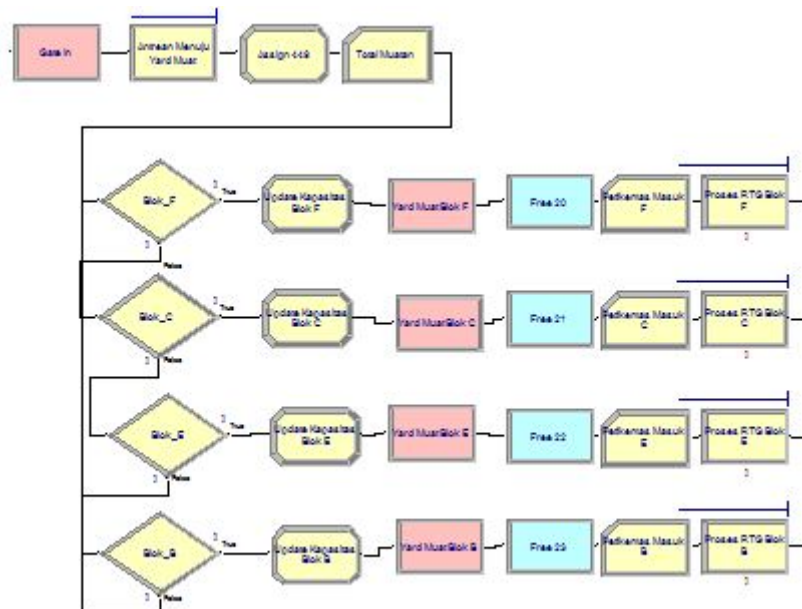
### V.3.7. Proses Pengambilan Petikemas Keluar Terminal



Gambar 5.13 Proses *delivery* menggunakan truk luar

Setelah melewati waktu timbun, petikemas yang dibongkar di blok bongkar akan diproses oleh RTG kemudian diambil oleh truk dari luar pelabuhan. Kemudian dilakukan *update* kapasitas blok bongkar yang sebelumnya ditempati petikemas tersebut agar kapasitas yang tersedia berkurang sejumlah petikemas yang keluar dari blok bongkar.

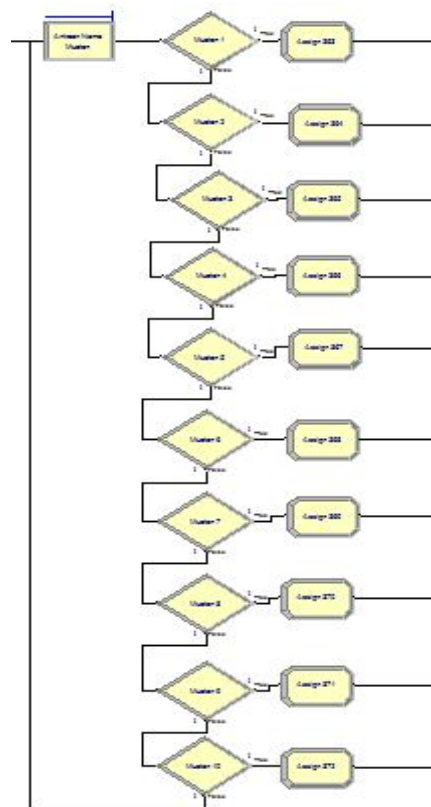
### V.3.8. Proses Penerimaan Petikemas Dari Luar Terminal



Gambar 5.14 Proses *receiving* dan pemilihan lokasi petikemas pada lapangan penumpukan blok muat

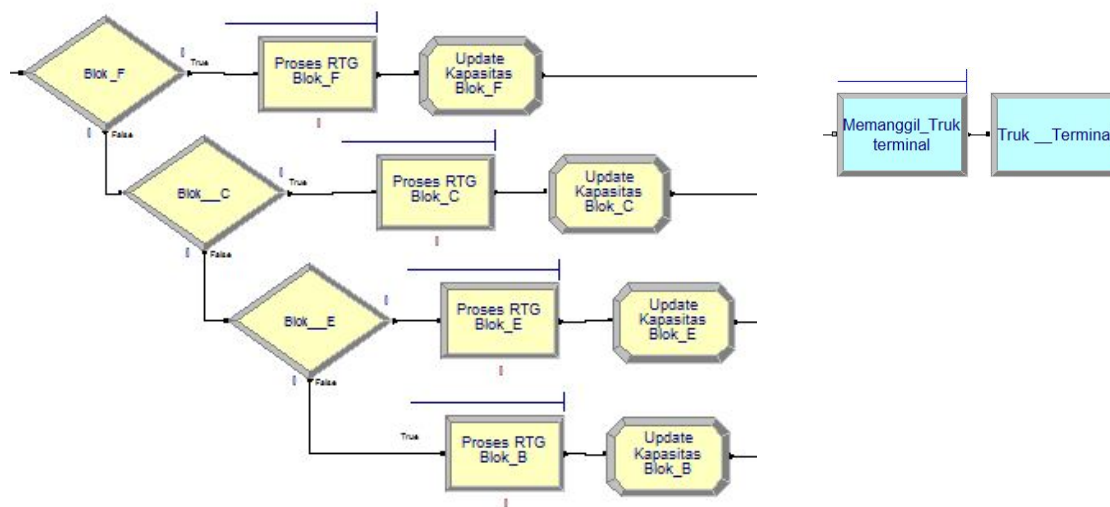
Pada proses ini kedatangan petikemas muat adalah 24 jam sebelum jadwal kedatangan kapal. Sehingga jumlah kapal sama dengan jumlah paket muatan adalah sama, hanya saja untuk entitas kapal didelay terlebih dahulu selama 24 jam. Sementara pada blok muat sedang melakukan pengisian. Pengisian petikemas muat pada blok muat menyesuaikan prioritas blok muat, ketika blok prioritas utama penuh, maka akan dialihkan ke blok prioritas berikutnya. Kemudian petikemas tersebut akan diproses oleh RTG untuk proses pemindahan dari truk luar ke lapangan penumpukan.

Sebelum entitas paket muatan memasuki gate-in, paket muatan tersebut akan diberi nama sesuai dengan atribut yang terpilih. Pemberian nama bertujuan agar mempermudah pengambilan entitas petikemas dari lapangan penumpukan menuju kapal. Sehingga petikemas yang diangkut untuk satu kapal adalah satu nama paket. Jumlah nama yang disediakan adalah sebanyak 10 nama, yaitu muatan ke 1,2,3,4,5,6,7,8,9,dan 10. Ketika 10 nama kapal tersebut terpakai semua, maka paket muatan yang datang akan didelay sampai ada salash satu nama muatan yang tidak terpakai. Sehingga yang ada dalam lapangan penumpukan hanya 10 nama. Dasar jumlah 10 nama tersebut berdasarkan data servicer time pada kapal, dimana dalam open stack dimulai pada hari ke 5 sebelum kedatangan kapal. Sedangkan data rata-rata service time kapal yang didapatkan adalah selama 21,4 jam. Sehingga dalam 5 hari mampu melayani 5 kapal pada setiap tambatan, dengan jumlah tambatan 2, maka rata-rata kapal yang mampu dilayani oleh 2 tambatan adalah sebanyak 10 unit. Oleh sebab itu jumlah nama muatan tidak boleh melebihi 10 nama di dalam lapangan penumpukan.



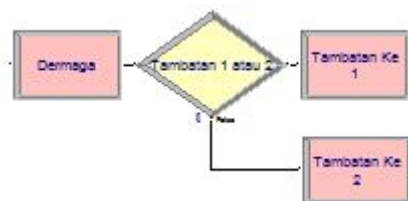
Gambar 5.15 Proses pemberian nama paket muatan sebelum menuju Gate-In

### V.3.9. Proses Muat



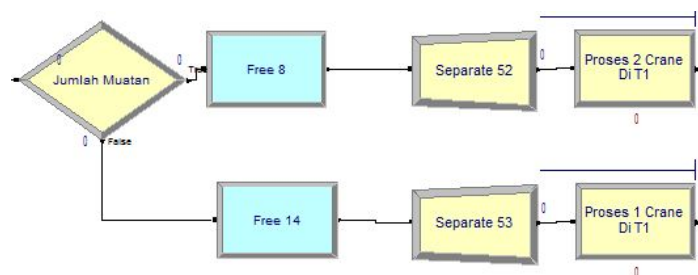
Gambar 5.16 Proses RTG dan proses haulage pada kegiatan muat

Setelah kapal melakukan bongkar, akan ada signal agar memulai proses muat. Sehingga pada lapangan blok muat, petikemas akan diproses oleh RTG untuk memindahkan dari lapangan penumpukan ke truk terminal untuk selanjutnya dibawa ke dermaga.



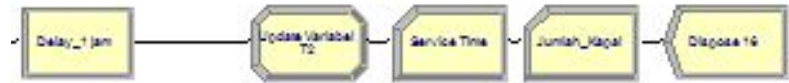
Gambar 5.17 Pemilihan lokasi tambatan kapal yang dituju

Setelah truk sampai di dermaga, maka akan diarahkan sesuai atribut yang dibawa apakah menuju tambatan 1 atau 2.



Gambar 5.18 Pemilihan jumlah crane yang melayani kapal pada proses muat

Jumlah petikemas muat akan menentukan jumlah crane yang bekerja, ketika jumlah petikemas muat dibawah 50 Teus maka akan dilayani oleh satu crane saja. Namun ketika jumlah muatan diatas 50 Teus maka akan dilayani oleh dua crane.



Gambar 5.19 Proses kapal meninggalkan tambatan

Setelah proses bongkar muat selesai, kapal akan di *delay* selama satu jam sebelum keberangkatan sebagai *Not Operating time*. Kemudian dilakukan *update* variabel yang sebelumnya dilewati oleh entitas agar kondisinya kembali seperti sebelumnya, kemudian kapal meninggalkan dermaga.

### V.3.10. Model Akhir

Model simulasi akhir merupakan pengembangan tahap-tahap proses operasional dan sekaligus sebagai model terakhir yang dianggap dapat menggambarkan kondisi nyata operasional Terminal Nilam Timur Multipurpose sebagai objek penelitian. Gambar dibawah merupakan model simulasi akhir yang menunjukkan model simulasi kegiatan operasional di Terminal Nilam Timur Multipurpose pada saat ini. Untuk selanjutnya model tersebut akan dikembangkan sesuai dengan skenario yang direncanakan. Gambar model akhir dapat dilihat pada Gambar 5.20.

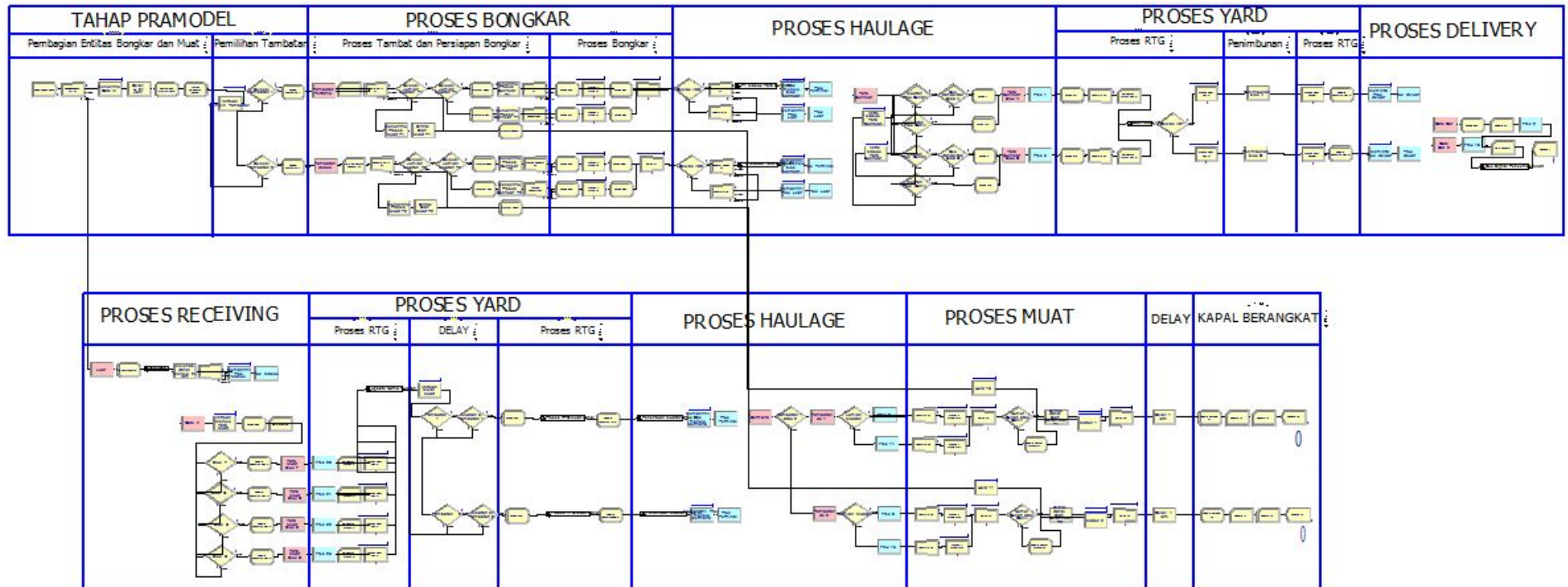
## V.4. Verifikasi dan Validasi

### V.4.1. Verifikasi

Verifikasi adalah proses pemeriksaan apakah logika operasional model (program komputer) sesuai dengan logika diagram alur dan dapat dikatakan bahwa tahap verifikasi merupakan tahap untuk menjelaskan bahwa model simulasi yang dibuat bebas dari *error*. Verifikasi model simulasi dapat dilakukan dengan cara memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- Model simulasi dapat di-*running* dan bebas *error*.
- Hasil *output* simulasi yang dihasilkan masuk akal.
- Perpindahan entitas secara animasi yang terjadi selama proses simulasi sudah sesuai dengan model konseptual.

Tahapan yang dilakukan ialah dengan memilih *Menu Run* pada *Menu Bar* kemudian pilih *Submenu Check Model* atau bisa langsung juga dengan menekan tombol F4.



Gambar 5.20 Model Akhir



#### V.4.2. Validasi

Validasi merupakan langkah untuk membandingkan hasil model simulasi dengan hasil kondisi nyata saat ini. Hasil yang dibandingkan pada objek amatan ini adalah jumlah petikemas bongkar dan muat. Jumlah petikemas pada replikasi ke- $n$  dibandingkan dengan *output* dalam sistem nyata saat ini. Suatu model simulasi dinyatakan valid apabila lolos uji validasi karena ini berarti data yang didapat dari model simulasi dan sistem nyata memiliki perbedaan yang sangat kecil. Banyak metode untuk uji validasi model simulasi dan sistem real. Terdapat beberapa metode untuk melakukan uji validasi, seperti *welch's t-interval* dan *paired-t interval*. Uji validasi yang dilakukan antara sistem simulasi dan eksisting menggunakan *welch's t – interval*.

*Welch's t – interval* mencari tahu apakah ada perbedaan signifikan antara populasi satu dan populasi lainnya. Sedangkan pada *paired-t interval* lebih ke melihat data satu demi satu apakah populasi satu mengalami perubahan ketika diberikan suatu *treatment X*. Running replikasi dengan simulasi menggunakan data random, sehingga *output* yang dihasilkan tidak pasti, tergantung dari *generate random number*-nya. Oleh karena itu penggunaan *welch t-interval* dianggap lebih tepat karena melihat sama tidaknya sistem secara kumulatif, tidak sendiri – sendiri (per-data) Berikut merupakan hasil uji validasi model bongkar dan model muat.

##### 1. Validasi Model Bongkar

Berikut adalah hasil 10 kali replikasi model dan perbandingan jumlah petikemas yang keluar.

Tabel 5.1 Tabel validasi model bongkar dengan metode Welch's-t Interval

Replikasi	Real System (x)	Output Simulasi (y)	(x-y)
1	12,760	13718	(958)
2	12,547	10293	2,254
3	14,702	13959	743
4	9,779	9328	451
5	10,169	8575	1,594
6	12,910	9941	2,969
7	7,130	11015	(3,885)
8	13,099	8478	4,621
9	12,218	12275	(57)
10	13,140	11574	1,566
<b>Rataan</b>	<b>11,845</b>	<b>10,916</b>	<b>930</b>
<b>Std.Dev</b>	<b>2,194</b>	<b>1,963</b>	<b>2,318</b>
<b>n</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	
<b>n-1</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	



Kemudian dilakukan hipotesis dimana,

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

Lalu dihitung derajat kebebasan ( $df = \text{degrees of freedom, } r$ ). Rumus yang digunakan adalah :

$$r = \frac{\left( \frac{s_x^2}{n_1} + \frac{s_y^2}{n_2} \right)^2}{\frac{\left( \frac{s_x^2}{n_1} \right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left( \frac{s_y^2}{n_2} \right)^2}{n_2 - 1}}$$

$$r = \frac{\left( \frac{4813636}{10} + \frac{3853369}{10} \right)^2}{\frac{\left( \frac{4813636}{10} \right)^2}{10 - 1} + \frac{\left( \frac{3853369}{10} \right)^2}{10 - 1}} = 18$$

Dari perhitungan diatas, dilakukan pengolahan untuk mendapatkan  $t_{df, \alpha/2}$ , dengannilai  $r = 18$  dan dengan  $\alpha = 0.05$ , maka didapatkan  $t_{5, 0,025}$  sebesar 2.1009. Maka, langkah selanjutnya dilakukan perhitungan  $hw$  sebagai berikut.

$$Hw = t_{r, \alpha/2} \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}$$

$$Hw = 2.1009 \sqrt{\frac{4813636}{10} + \frac{3853369}{10}} = 1956$$

Sehingga *Confidence Interval* pada data tersebut ialah sebagai berikut

$$(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - H_w \leq \mu_1 - \mu_2 \leq (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) + H_w$$

$$(11845 - 10916) - 1956 \leq \mu_1 - \mu_2 \leq (11845 - 10916) + 1956$$

$$-1026.17 \leq \mu_1 - \mu_2 \leq 2885.77$$

Dikarenakan nilai 0 (nol) berada di dalam interval  $\mu_1 - \mu_2$  maka dapat ditarik kesimpulan bahwa  $\mu_1 - \mu_2 = 0$  dan  $H_0$  tidak ditolak. Hal ini berarti menunjukkan

bahwa dengan tingkat kepercayaan 95%, tidak ada perbedaan yang signifikan antara model simulasi dengan sistem nyata.

## 2. Validasi Model Muat

Berikut adalah hasil 10 kali replikasi model dan perbandingan jumlah petikemas yang keluar

Tabel 5.2 Tabel validasi model muat dengan metode Welch's-t Interval

Replikasi	Real System (x)	Output Simulasi (y)	(x-y)
1	10,254	11234	(980)
2	11,280	9549	1,731
3	12,823	11268	1,555
4	12,134	10177	1,957
5	8,129	11511	(3,382)
6	13,062	8358	4,704
7	7,417	10475	(3,058)
8	12,618	10355	2,263
9	12,279	12635	(356)
10	13,811	10621	3,190
<b>Rataan</b>	<b>11,381</b>	<b>10,618</b>	<b>762</b>
<b>Std.Dev</b>	<b>2,142</b>	<b>1,164</b>	<b>2,640</b>
<b>n</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	
<b>n-1</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	

Kemudian dilakukan hipotesis dimana,

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

Lalu dihitung derajat kebebasann (df=*degrees of freedom*, *r*). Rumus yang digunakan adalah :

$$r = \frac{\left( \frac{s_x^2}{n_1} + \frac{s_y^2}{n_2} \right)^2}{\frac{\left( \frac{s_x^2}{n_1} \right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left( \frac{s_y^2}{n_2} \right)^2}{n_2 - 1}}$$

$$r = \frac{\left(\frac{4588164}{10} + \frac{1354896}{10}\right)^2}{\frac{\left(\frac{4588164}{10}\right)^2}{10-1} + \frac{\left(\frac{1354896}{10}\right)^2}{10-1}} = 14$$

Dari perhitungan diatas, dilakukan pengolahan untuk mendapatkan  $t_{df, \alpha/2}$ , dengannilai  $r = 14$  dan dengan  $\alpha = 0.05$ , maka didapatkan  $t_{3,0,025}$  sebesar 2.14478. Maka, langkah selanjutnya dilakukan perhitungan  $hw$  sebagai berikut.

$$Hw = t_{r, \alpha/2} \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}$$

$$Hw = 2.14478 \sqrt{\frac{4588164}{10} + \frac{1354896}{10}} = 1653$$

Sehingga *Confidence Interval* pada data tersebut ialah sebagai berikut

$$(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - H_w \leq \mu_1 - \mu_2 \leq (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) + H_w$$

$$(11381 - 10618) - 1653 \leq \mu_1 - \mu_2 \leq (11381 - 10618) + 1653$$

$$-891,00 \leq \mu_1 - \mu_2 \leq 2415,8$$

Dikarenakan nilai 0 (nol) berada di dalam interval  $\mu_1 - \mu_2$  maka dapat ditarik kesimpulan bahwa  $\mu_1 - \mu_2 = 0$  dan  $H_0$  tidak ditolak. Hal ini berarti menunjukkan bahwa dengan tingkat kepercayaan 95%, tidak ada perbedaan yang signifikan antara model simulasi dengan sistem nyata.

#### V.4.3. Perhitungan Jumlah Replikasi

Perhitungan jumlah replikasi dilakukan untuk menentukan berapa banyak jumlah replikasi yang dibutuhkan dengan terlebih dahulu running model simulasi sebanyak 10 kali untuk mendapatkan jumlah *error* dan standar deviasi.

Pada tabel berikut adalah hasil rekap dari output simulasi dengan jumlah replikasi sebanyak 10 kali. Nantinya hasil tersebut dipakai dalam perhitungan jumlah replikasi dengan metode *absolute* dengan *error* yang akan ditanggung sebesar nilai *half width* hasil replikasi dan selang kepercayaan 95%.

Tabel 5.3 Tabel perhitungan jumlah replikasi

Replikasi	Output Simulasi
1	13718
2	10293
3	13959
4	9328
5	8575
6	9941
7	11015
8	8478
9	12275
10	11574
<b>Rataan</b>	<b>10915.6</b>
<b>Std.Dev</b>	<b>1963.141485</b>

Kemudian untuk menentukan jumlah replikasi maka dilakukan perhitungan sehingga diketahui bahwa:

$$\alpha = 0.05 \quad s = 1963.141485 \quad t_{9,0,025} = 2,26 \quad Z_{1-\alpha/2} = 1,96$$

$$h = hw = t_{n-1, \alpha/2}^1 \frac{S^1}{n^{0.5}} \quad h = \frac{(2.26)1963.141485}{\sqrt{10}} = 1404.346818$$

$$n' = Z_{1-\alpha/2}^2 \frac{S^2}{h^2} \quad n' = 3,8416 \frac{3853924.49}{1972189.99} = 7,507$$

Dari nilai tersebut selanjutnya akan dihitung jumlah replikasi yang seharusnya dilakukan. Maka jumlah replikasi adalah  $n \approx 8$

## BAB VI

### ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### VI.1. Kondisi Lapangan Penumpukan Dari Model Eksisting

Dari hasil modelsimulasi pada kondisi eksisting dengan menggunakan *software Arena*, dilakukan replikasi sebanyak 10 kali sebagai sampel. Kemudian dihitung rata-rata dari 10 sampel tersebut, sehingga didapatkan nilai rata-rata yang selanjutnya digunakan sebagai bahan analisa pembahasan.

Tabel 6.1 Nilai utilitas dari masing-masing alat

Utilitas Alat			
Alat	Utilitas (%) / bulan	Waktu Realisasi Bekerja (jam / bulan)	Waktu Efektif (jam / bulan)
Crane 1	36%	232	651
Crane 2	35%	230	651
Crane 3	25%	162	651
Crane 4	25%	160	651
<b>Rata-rata</b>	<b>30%</b>		
RTG Blok A & D	13%	83	651
RTG Blok B	7%	48	651
RTG Blok C	23%	149	651
RTG Blok E	19%	125	651
RTG Blok F	76%	493	651
<b>Rata-rata</b>	<b>28%</b>		

Dari tabel diatas dapat diketahui nilai utilitas dari model eksisting pada masing-masing alat di Terminal Nilam Timur Multipurpose. Dimana untuk nilai utilitas dari *crane* masih tergolong rendah, demikian pula dengan RTG masih tergolong cukup rendah. Pada RTG nilai utilitasnya cenderung berbeda jauh antar RTG satu dengan yang lain. Hal ini dikarenakan penggunaan dari RTG tersebut tergantung dari lokasi blok RTG tersebut berada. Dimana penggunaan blok bongkar dan blok muat bergantung dengan prioritas atau urutan prioritas. Blok F merupakan prioritas pertama pada blok muat, sehingga nilai utilitas alatnya akan lebih tinggi dibanding dengan RTG lainnya. Prioritas berikutnya adalah blok muat C, E, dan B. Sedangkan untuk blok bongkar, blok bongkar A adalah prioritas pertama untuk peletakan petikemas bongkar. Kemudian untuk prioritas kedua pada blok bongkar adalah blok bongkar D, dimana pada blok bongkar A dan D hanya menunakan 1 unit RTG. Untuk lokasi alat *crane*, *crane* 1 dan 2 berada

pada tambatan 1, sedangkan *crane* 3 dan 4 berada pada tambatan 2. Untuk pelayanannya ketika petikemas yang akan dibongkar atau dimuat kurang dari 50 box, maka akan dilayani oleh satu *crane*. Sedangkan ketika jumlah yang akan dibongkar atau dimuat berjumlah 50box atau lebih, maka akan dilayani oleh dua *crane*. Ketika pelayanan satu *crane* pada tambatan 1 yang digunakan adalah *crane* 1, sedangkan pada tambatan 2 adalah *crane* 3. Dari tabel 6.1 dapat disimpulkan rata-rata utilitas dari Container Crane adalah 30%, sedangkan rata-rata utilitas dari RTG adalah 28%.

Tabel 6.2 Arus petikemas per bulan

Arus Petikemas		
Total Bongkar	10916	TEUs/bulan
Total Muat	10619	TEUs/bulan
Jumlah	21535	TEUs/bulan

Tabel 6.3 Jumlah kunjungan kapal per bulan

Jumlah Kedatangan Kapal		
Tambatan 1	19	Unit/bulan
Tambatan 2	14	Unit/bulan
Total	33	Unit/bulan

Dari tabel 6.2 diketahui jumlah petikemas yang dibongkar pada model eksisting sebanyak 10915 Teus/bulan. Sedangkan untuk petikemas muat sejumlah 10618 Teus/bulan. Sehingga total arus petikemas adalah sebanyak 21534 Teus/bulan. Jumlah arus petikemas dipengaruhi oleh distribusi jumlah petikemas bongkar dan distribusi jumlah petikemas muat yang digunakan pada model. Distribusi tersebut berdasarkan data yang didapatkan dari PT. PELINDO III Cabang Tanjung Perak Surabaya. Distribusi tersebut yang menentukan berapa banyak petikemas yang diangkut oleh satu kapal. Sedangkan pada tabel 6.3 diketahui jumlah kapal yang dapat dilayani per bulan adalah sebanyak 33 unit. Dengan jumlah pelayanan pada tambatan 1 sebanyak 19 unit dan tambatan 2 sebanyak 14 unit. Jumlah kapal yang dilayani dalam satu bulan dipengaruhi oleh distribusi antar kedatangan kapal. Selain itu, juga dipengaruhi oleh waktu pelayanan kapal atau *service time* pada pelabuhan

Tabel 6.4 Arus petikemas per bulan pada masing-masing blok

Arus Petikemas Pada Lapangan Penumpukan		
Blok A	1001	TEUs/bulan
Blok B	834	TEUs/bulan
Blok C	2058	TEUs/bulan
Blok D	0	TEUs/bulan
Blok E	1776	TEUs/bulan
Blok F	5951	TEUs/bulan
Total	11619	TEUs/bulan

Tabel 6.5 Nilai Yard Occupancy Ratio

Total Kapasitas Terpakai /bulan	Total Kapasitas Terpasang /bulan	YOR/bulan
11619	118575	30.70%

Pada tabel diatas dapat diketahui jumlah petikemas yang memasuki masing-masing blok (kapasitas terpakai) bongkar dan blok muat. Urutas prioritas pada blok muat adalah blok F, C, E, dan B. Sedangkan urutan pada blok bongkar adalah blok A, kemudian blok D. Pada tabel diatas diketahui banyaknya petikemas yang memasuki blok berbanding lurus dengan urutan prioritas blok. Sehingga blok prioritas pertama memiliki jumlah kapasitas terpakai lebih banyak dibandingkan dengan prioritas kedua, ketiga, dan keempat. Hal tersebut dapat dilihat pada tabel 6.4, dimana jumlah kapasitas terpakai per bulan pada blok muat mulai dari prioritas pertama hingga terakhir (blok F, blok C, blok E, blok B) adalah sebesar 5951 TEUs, 2058 TEUs, 1776 TEUs, dan 834 TEUs. Pada blok bongkar D memiliki jumlah kapasitas terpakai paling kecil dibandingkan dengan blok bongkar A. Hal ini dikarenakan pada petikemas bongkar terdapat petikemas *indirect*. Dimana pada model simulasi digunakan distribusi petikemas *indirect* sebesar 0-20% dari total petikemas bongkar yang dibawa oleh kapal, sehingga blok D nilainya sangat kecil dikarenakan menunggu blok bongkar A penuh baru kemudian petikemas diletakkan pada blok D. Pada tabel 6.4 diketahui jumlah kapasitas terpakai dari blok D adalah 0 TEUs/bulan. Hal ini dikarenakan kapasitas atau daya tampung pada blok bongkar A masih belum mencapai maksimum, sehingga jumlah petikemas bongkar per bulan masih mampu tertampung oleh blok bongkar A tanpa adanya pengalihan menuju blok bongkar D. Dengan total arus petikemas yang masuk ke lapangan penumpukan sebanyak 11619 TEUs/bulan, didapatkan nilai YOR sebesar 30.7%. Nilai YOR didapatkan dari hasil pembagian antara kapasitas terpakai dengan kapasitas terpasang, kemudian dikalikan 100. Dimana kapasitas terpasang itu sendiri sudah dibagi dengan waktu *dwelling time*.

Tabel 6.6 *Dwelling time* dari model eksisting

Dwelling Time/bulan		
Rata-rata	75.18	Jam/TEUs

Dari hasil model eksisting didapatkan lama *dwelling time* adalah selama 75.18 jam atau yang tercantum pada tabel 6.6. Waktu tersebut sudah mendekati dengan kondisi eksisting, dimana *dwelling time* pada kondisi eksisting adalah sebesar 75.28 jam. Sehingga waktu *dwelling time* dapat diterima. Sedangkan di dalam *dwelling time* terdapat komponen waktu timbun petikemas ketika petikemas ditimbun di lapangan penumpukan untuk menunggu proses administrasi selesai, sehingga petikemas tersebut nantinya diambil oleh pemilik barang dari lapangan penumpukan. Pada model eksisting dengan *dwelling time* selama 75.1801 jam, didapatkan waktu timbun selama 73.5 jam. Waktu timbun tersebut didapatkan melalui pendekatan waktu *dwelling time* pada model eksisting dengan keadaan eksisting.

Tabel 6.7 Rata-rata waktu pelayanan kapal dalam satu bulan

Rata-Rata Waktu Pelayanan Kapal		
Tambatan 1	30.84	Jam/Kapal
Tambatan 2	30.84	Jam/Kapal

Dari hasil model eksisting didapatkan waktu pelayanan kapal atau *service time* yang dapat dilihat pada tabel 6.7. Pada tabel tersebut dapat diketahui rata-rata waktu pelayanan kapal atau *service time* pada masing-masing tambatan. Dimana pada tambatan 1 rata-rata waktu pelayanannya adalah 30.84 jam, begitu juga pada tambatan 2 waktu pelayanannya selama 30.84 jam. Dari rata-rata 10 replikasi yang didapatkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada waktu pelayanan kapal dari kedua tambatan tersebut. Waktu pelayanan kapal dipengaruhi oleh jumlah petikemas yang dimuat kapal dan juga dipengaruhi oleh pelayanan dari terminal itu sendiri. Pelayanan pada terminal dipengaruhi oleh jumlah alat dan kecepatan atau produktivitas dari masing-masing alat yang digunakan pada operasional terminal.

## VI.2. Pengecekan Kapasitas Maksimum Pada Lapangan Penumpukan

Pengecekan kapasitas maksimum bertujuan untuk mengetahui adanya antrean petikemas yang akan masuk ke lapangan penumpukan. Dengan adanya antrean petikemas, maka dapat dikatakan bahwa lapangan penumpukan tersebut sudah mengalami kapasitas maksimum atau daya tampung maksimum pada satuan waktu tersebut. Ketika sudah mulai terjadi antrean atau kapasitas maksimum pada lapangan penumpukan, maka selanjutnya diperlukan penanganan agar kapasitasnya bisa bertambah.



Tabel 6.8 Pengecekan Adanya Antrean Petikemas Yang Masuk Ke Lapangan Penumpukan per bulan

Pengecekan Adanya Antrean Petikemas Yang Masuk Ke Lapangan Penumpukan/bulan									
Petikemas Indirect	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Blok Bongkar	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada
Blok Muat	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada

Untuk mengetahui adanya antrean pada petikemas yang akan masuk ke lapangan penumpukan, dilakukan pengecekan dari masing-masing persentase petikemas indirect dari *indirect* 20% sampai dengan *indirect* 100%. Pada masing-masing persentase tersebut akan dilihat dari 10 replikasi yang dipakai apakah sudah terjadi antrean atau belum. Pada tabel 6.8 dapat diketahui blok bongkar mulai terjadi antrean petikemas pada kondisi petikemas *indirect* 50%. Sedangkan pada blok muat mulai terjadi antrean petikemas mulai dari running pertama atau kondisi petikemas *indirect* 20%. Sehingga diambil sampel pada kondisi petikemas *indirect* 50% untuk selanjutnya dianalisa guna mencari alternatif solusi atau skenario untuk meningkatkan kapasitas dari blok bongkar dan blok muat tersebut. Pada pengecekan antrean petikemas, digunakan persentase petikemas *indirect* dengan nilai konstan. Hal tersebut diambil dari nilai persentase terbesar dari 0% sampai 20%, atau sampai 30%, atau sampai 40%, atau sampai 50%, atau sampai 60%, atau sampai 70%, atau sampai 80%, atau sampai 90%, atau sampai 100%.

### VI.3. Kondisi Lapangan Penumpukan Ketika Petikemas *Indirect* 50%

Tabel 6.9 Nilai utilitas dari masing-masing alat dari model petikemas *indirect* 50%

Utilitas Alat			
Alat	Utilitas (%) / bulan	Waktu Realisasi Bekerja (jam/bulan)	Waktu Efektif (jam/bulan)
Crane 1	33%	216	651
Crane 2	33%	214	651
Crane 3	23%	148	651
Crane 4	23%	146	651
<b>Rata-rata</b>	<b>28%</b>		
RTG Blok A & D	61%	397	651
RTG Blok B	7%	46	651
RTG Blok C	23%	148	651
RTG Blok E	12%	80	651
RTG Blok F	84%	544	651
<b>Rata-rata</b>	<b>37%</b>		

Dari model petikemas *indirect* 50% didapatkan nilai utilitas alat seperti yang tercantum pada tabel 6.9. Nilai utilitas dari crane masih rendah, dengan rata-rata sebesar 28%. Begitupula dengan rata-rata utilitas RTG juga masih rendah, yaitu sebesar 37%. Akan tetapi terjadi peningkatan rata-rata nilai utilitas dari RTG bila dibandingkan dengan model eksisting. Dimana

pada model eksisting rata-rata nilai utilitas dari RTG hanya memiliki utilitas sebesar 28%, namun ketika terjadi perubahan petikemas *indirect* menjadi 50% didapatkan utilitas sebesar 37%. Untuk nilai rata-rata utilitas *Container Crane* mengalami penurunan bila dibandingkan dengan model eksisting. Dimana pada model eksisting rata-rata nilai utilitas *Container Crane* sebesar 30%, sedangkan pada model petikemas *indirect* rata-rata utilitas dari *Container Crane* menjadi 28%. Nilai rata-rata dari utilitas *Container Crane* mengalami penurunan dikarenakan adanya penambahan persentase petikemas *indirect* yang mengakibatkan waktu pelayanan dari kapal menjadi lebih lama. Sehingga tingkat pemakaian dari *Container Crane* akan menurun. Sedangkan rata-rata nilai utilitas dari RTG mengalami peningkatan dikarenakan adanya penambahan persentase petikemas *indirect* yang mengakibatkan tingkat pemakaian dari RTG juga meningkat.

Tabel 6.10 Total arus petikemas per bulan ketika petikemas *indirect* 50%

Arus Petikemas/bulan		
Total Bongkar	9137	TEUs/bulan
Total Muat	10807	TEUs/bulan
Jumlah	19944	TEUs/bulan

Tabel 6.11 Jumlah kunjungan kapal per bulan ketika petikemas *indirect* 50%

Jumlah Kedatangan Kapal/bulan		
Tambatan 1	18	Unit/bulan
Tambatan 2	12	Unit/bulan
Total	30	Unit/bulan

Pada tabel 6.10 dapat diketahui jumlah arus petikemas per bulan sebesar 19944 TEUs. Sedangkan pada tabel 6.11 dapat diketahui jumlah kedatangan kapal pada tambatan 1 sebanyak 18 unit dan pada tambatan 2 sebanyak 12 unit. Apabila dibandingkan dengan model eksisting, jumlah arus petikemas per bulan mengalami penurunan. Dimana pada model eksisting didapatkan total arus petikemas sebanyak 21535 TEUs/bulan, sedangkan pada model petikemas *indirect* 50% didapatkan total arus petikemas sebanyak 19944 TEUs/bulan. Penurunan total arus petikemas ini dikarenakan adanya penambahan petikemas *indirect* sehingga menyebabkan waktu pelayanan kapal menjadi lebih lama dan jumlah kunjungan kapal menjadi berkurang bila dibandingkan dengan model eksisting. Hal ini dapat dibuktikan pada tabel 6.11, dimana total kunjungan kapal sebanyak 30 unit/bulan. Sedangkan pada model eksisting jumlah kunjungan kapal sejumlah 33 unit/bulan.

Tabel 6.12 Arus petikemas pada lapangan penumpukan ketika petikemas *indirect* 50%

Arus Petikemas Pada Lapangan Penumpukan		
Blok A	4442	TEUs/bulan
Blok B	864	TEUs/bulan
Blok C	2068	TEUs/bulan
Blok D	447	TEUs/bulan
Blok E	1246	TEUs/bulan
Blok F	6629	TEUs/bulan
Total	15695	TEUs/bulan

Tabel 6.13 Nilai Yard Occupancy Ratio ketika petikemas *indirect* 50%

Total Kapasitas Terpakai /bulan	Total Kapasitas Terpasang /bulan	YOR/bulan
15695	118575	47.86%

Dari model petikemas *indirect* 50%, didapatkan total arus petikemas yang memasuki lapangan penumpukan (kapasitas terpakai) sebesar 15695 TEUs/bulan. Apabila dibandingkan dengan model eksisting, total kapasitas terpakai pada model petikemas *indirect* 50% memiliki jumlah yang lebih besar. Hal ini dikarenakan adanya peningkatan persentase petikemas yang masuk ke lapangan penumpukan, sehingga akan menyebabkan kapasitas terpakai juga meningkat. Dengan total kapasitas terpakai sebanyak 15695 TEUs, didapatkan nilai YOR sebesar 47.86%. Nilai YOR ini lebih tinggi bila dibandingkan dengan model eksisting, hal ini dikarenakan adanya peningkatan waktu *dwelling time* pada model petikemas *indirect* 50%.

Tabel 6.14 Rata-rata waktu pelayanan kapal ketika petikemas *indirect* 50%

Rata-Rata Waktu Pelayanan Kapal		
Tambatan 1	33.70	Jam/Kapal
Tambatan 2	35.94	Jam/Kapal

Tabel 6.15 Dwelling time ketika petikemas *indirect* 50%

Dwelling Time/bulan		
Rata-rata	86.78	Jam/TEUs

Pada tabel 6.14 didapatkan rata-rata waktu pelayanan kapal pada tambatan 1 selama 33.7 jam dan pada tambatan 2 selama 35.94 jam. Hal ini lebih lama bila dibandingkan dengan model eksisting, begitu juga dengan waktu *dwelling time*. Dengan adanya penambahan persentase petikemas *indirect* menjadi 50%, akan menyebabkan waktu pelayanan kapal menjadi lebih lama dan terjadinya antrean petikemas pada blok bongkar. Sehingga akan menyebabkan waktu *dwelling*

*time* juga semakin lama bila dibandingkan dengan model eksisting. Dimana pada model eksisting nilai *dwelling time* sebesar 75.18 jam, sedangkan pada model petikemas *indirect* 50% nilai *dwelling time* sebesar 86.78 jam.

#### **VI.4. Skenario Peningkatan Kapasitas Pada Lapangan Penumpukan**

Pada model kondisi eksisting dapat diketahui bahwa mulai terjadi antrean petikemas pada blok bongkar ketika kondisi petikemas *indirect* sebesar 50%, sedangkan pada blok muat mulai terjadi antrean sejak pertama kali melakukan running. Sehingga diambil sampel pada kondisi petikemas *indirect* sebesar 50%, dimana pada blok bongkar dan blok muat sama-sama terjadi antrean. Dari hasil model petikemas *indirect* 50%, dilakukan analisa dan dilakukan skenario untuk meningkatkan kapasitas dari blok bongkar dan blok muat tersebut. Berikut beberapa skenario yang dilakukan :

1. Skenario 1

Pada skenario pertama dilakukan penurunan waktu timbun dari model eksisting 73.5 jam menjadi 48 jam waktu timbun.

2. Skenario 2

Pada skenario kedua dilakukan penurunan waktu timbun dari model eksisting 73.5 jam menjadi 24 jam waktu timbun.

3. Skenario 3

Pada Skenario ketiga dilakukan penambahan armada truk dari 12 unit menjadi 16 unit.

4. Skenario 4

Pada skenario keempat dilakukan perubahan waktu timbun menjadi 48 jam dan armada truk sejumlah 16 unit.

5. Skenario 5

Pada skenario kelima dilakukan perubahan waktu timbun menjadi 24 jam dan armada truk sejumlah 16 unit.

Dari kelima skenario tersebut kemudian akan di-*running* ke dalam model simulasi dengan variabel kontrol jumlah armada truk dan waktu timbun.

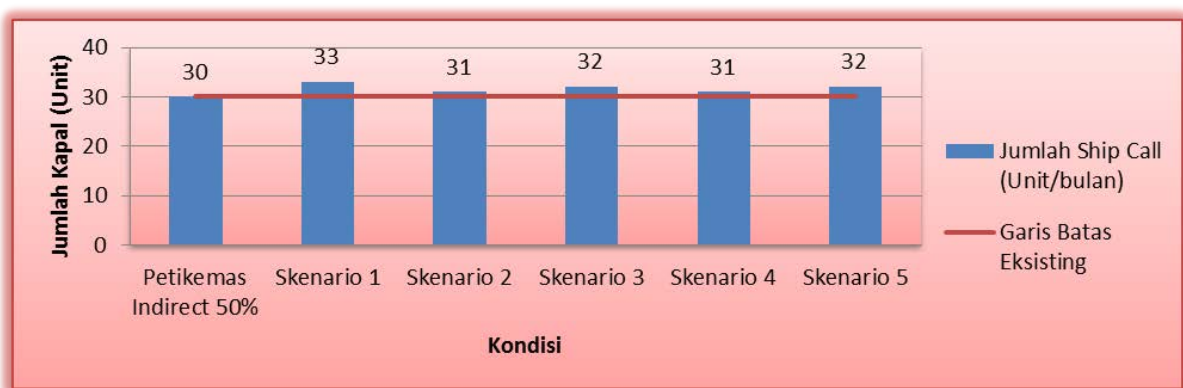
#### **VI.5. Analisa Perbandingan Hasil Eksisting dan Hasil Skenario**

Dari hasil model simulasi petikemas *indirect* 50% dan masing-masing skenario yang digunakan, didapatkan beberapa hasil yang digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk mendapatkan skenario yang terbaik dari lima skenario yang digunakan. Perbandingan dari masing-masing hasil skenario tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik sebagai berikut :



Grafik 6.1 Perbandingan jumlah *throughput* per bulan

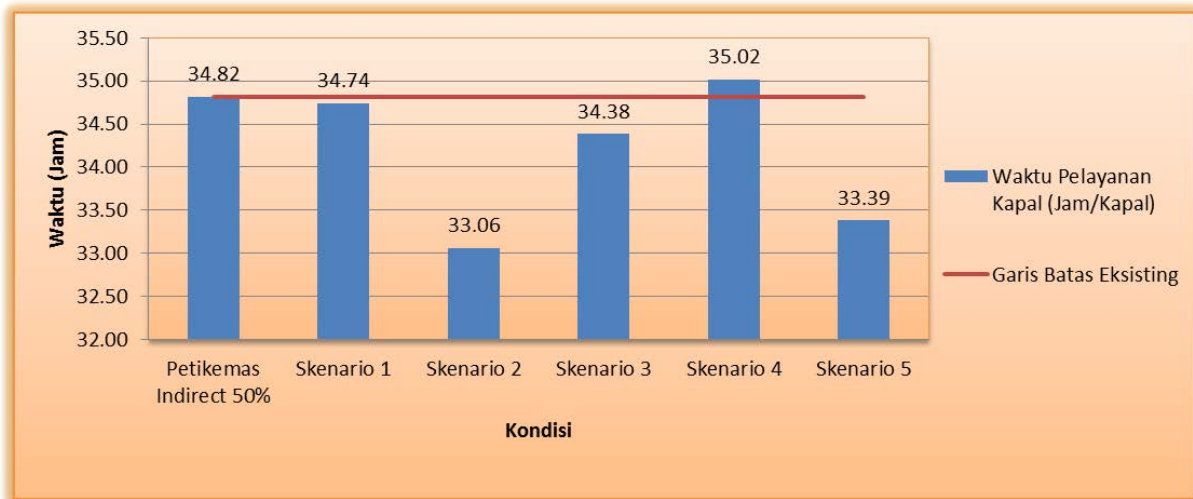
Pada grafik 6.1 dapat diketahui terjadi peningkatan jumlah *throughput* pada semua skenario apabila dibandingkan dengan model petikemas *indirect* 50%. Pada skenario 5 terjadi peningkatan jumlah *throughput* paling signifikan apabila dibandingkan dengan skenario lainnya, yaitu sebesar 14.24% dari jumlah *throughput* kondisi petikemas *indirect* 50%. Kemudian pada skenario 1 dan 3 juga terjadi peningkatan jumlah *throughput* yang cukup signifikan, yaitu sebesar 8.72% pada skenario 3 dan 8.02% pada skenario 1. Sedangkan pada skenario 2 dan 3 hanya terjadi peningkatan jumlah *throughput* sebesar 4.66% dan 5.86%. Selain dipengaruhi jumlah muatan kapal, jumlah *throughput* juga dipengaruhi oleh waktu pelayanan kapal dan jumlah kunjungan kapal. Dimana ketika waktu pelayanan kapal semakin cepat maka jumlah kunjungan kapal juga akan semakin meningkat, sehingga jumlah *throughput* akan meningkat juga.



Grafik 6.2 Perbandingan jumlah *ship call* per bulan

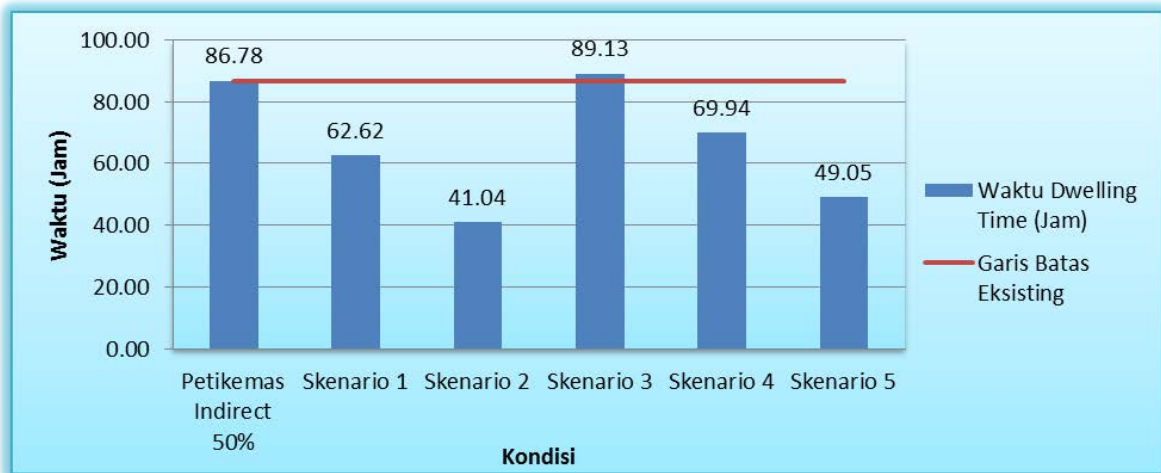
Grafik 6.2 merupakan perbandingan jumlah *ship call* dari masing-masing skenario per bulan. Apabila dibandingkan antara model petikemas *indirect* 50% dan masing-masing skenario, tidak

terjadi peningkatan jumlah *ship call* yang signifikan. Pada skenario 1 terjadi peningkatan jumlah *ship call* paling tinggi apabila dibandingkan dengan skenario lainnya, dimana pada skenario 1 terjadi peningkatan sebanyak 3 unit kapal/bulan yang terlayani. Pada skenario 3 dan 5 terjadi peningkatan jumlah *ship call* sebanyak 2 unit/bulan. Sedangkan pada skenario 3 dan 4 hanya mengalami peningkatan jumlah *ship call* sebanyak 1 unit/bulan.



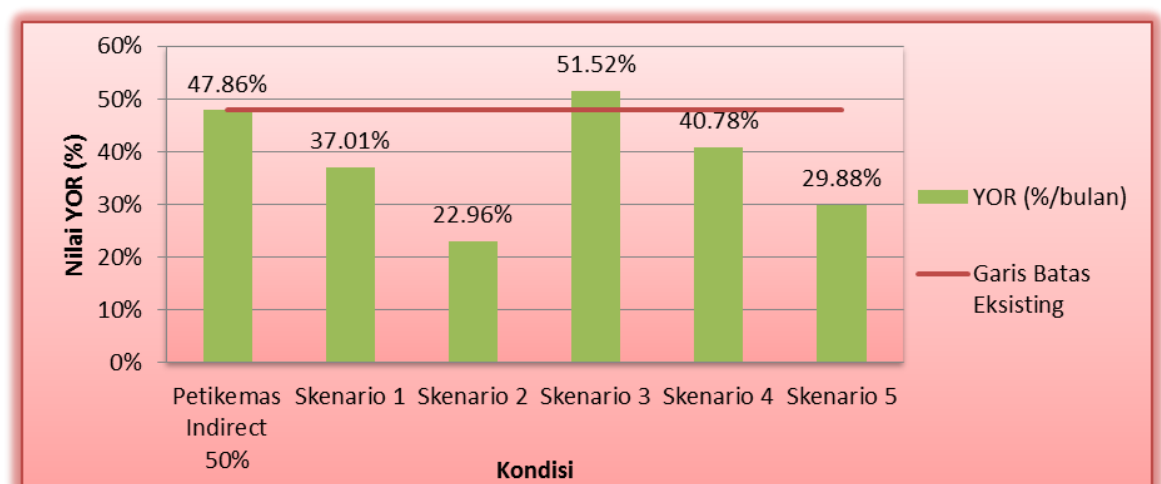
Grafik 6.3 Perbandingan waktu pelayanan kapal

Pada grafik 6.3 merupakan rata-rata waktu pelayanan kapal pada masing-masing skenario yang didapatkan dari hasil model simulasi. Apabila dibandingkan dengan model petikemas *indirect* 50%, pada masing-masing skenario terjadi penurunan waktu pelayanan kapal kecuali pada skenario 4. Waktu pelayanan kapal mengalami penurunan secara signifikan pada skenario 2 dan 5, dimana penurunannya sebesar 5.03% pada skenario 2 dan 4.11% pada skenario 5. Kemudian pada skenario 1 dan 3 tidak terjadi penurunan waktu pelayanan kapal secara signifikan. Dimana penurunannya hanya sebesar 0.22% pada skenario 1 dan 1.25% pada skenario 3. Akan tetapi pada skenario 4 tidak terjadi penurunan waktu pelayanan kapal apabila dibandingkan dengan model petikemas *indirect* 50%. Pada skenario 4 terjadi peningkatan waktu pelayanan kapal sebesar 0.58%.



Grafik 6.4 Perbandingan waktu *dwelling time*

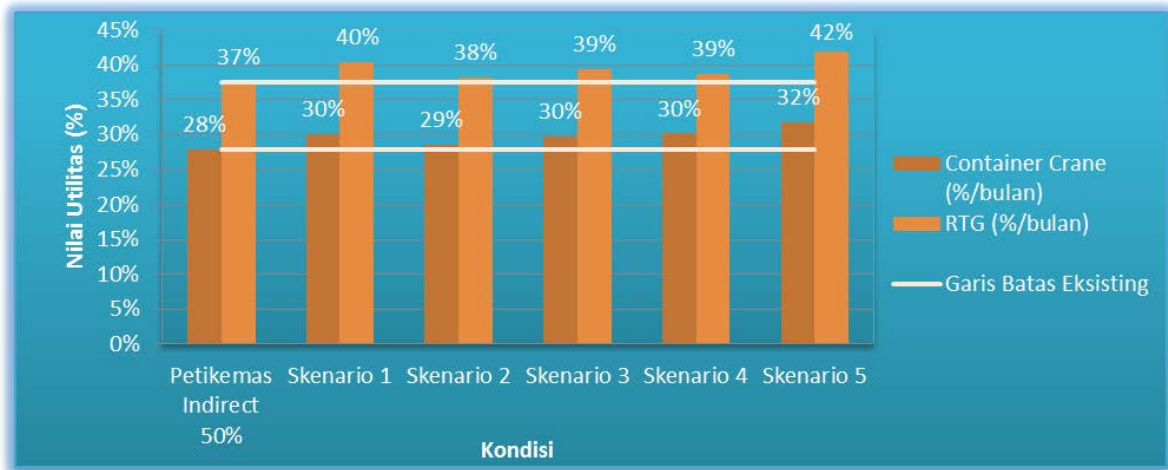
Dari hasil model simulasi didapatkan rata-rata waktu *dwelling time* dalam satu bulan yang dapat dilihat pada Grafik 6.4. Pada grafik diatas terjadi penurunan waktu *dwelling time* pada skenario 1, 2, 4, 5 dan terjadi peningkatan waktu *dwelling time* pada skenario 3 apabila dibandingkan dengan hasil model petikemas *indirect* 50%. Dari hasil simulasi skenariodapat diketahui terjadi penurunan waktu *dwelling time* secara signifikan pada skenario 2 dan 5, dimana penurunannya sebesar 52.71% pada skenario 2 dan 43.48% pada skenario 5. Pada skenario 1 terjadi penrunan waktu *dwelling time* sebesar 27.85% dan pada skenario 4 terjadi penurunan waktu *dwelling time* sebesar 19.41%. akan tetapai terjadi peningkatan waktu *dwelling time* pada skenario 3, peningkatannya adalah sebesar 2.70%.



Grafik 6.5 Perbandingan nilai YOR per bulan

Dari grafik 6.5 didapatkan nilai YOR per bulan pada masing-masing skenario. Dari lima skenario yang digunakan, terjadi penurunan nilai YOR pada skenario 1, 2, 4, dan 5, sedangkan

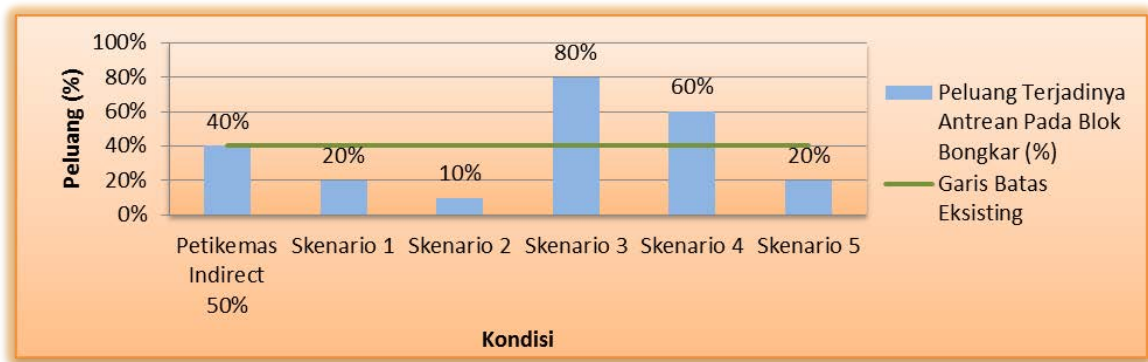
pada skenario 3 mengalami peningkatan nilai YOR. Penurunan nilai YOR yang signifikan terjadi pada skenario 2, dimana penurunannya sebesar 24.9%.Kemudian pada skenario 1, 4, 5 terjadi penurunan nilai YOR masing-masing sebesar 10.85%, 7.08%, 17.98%.Sedangkan pada skenario 3 mengalami peningkatan nilai YOR sebesar 3.66% dari model petikemas *indirect* 50%.



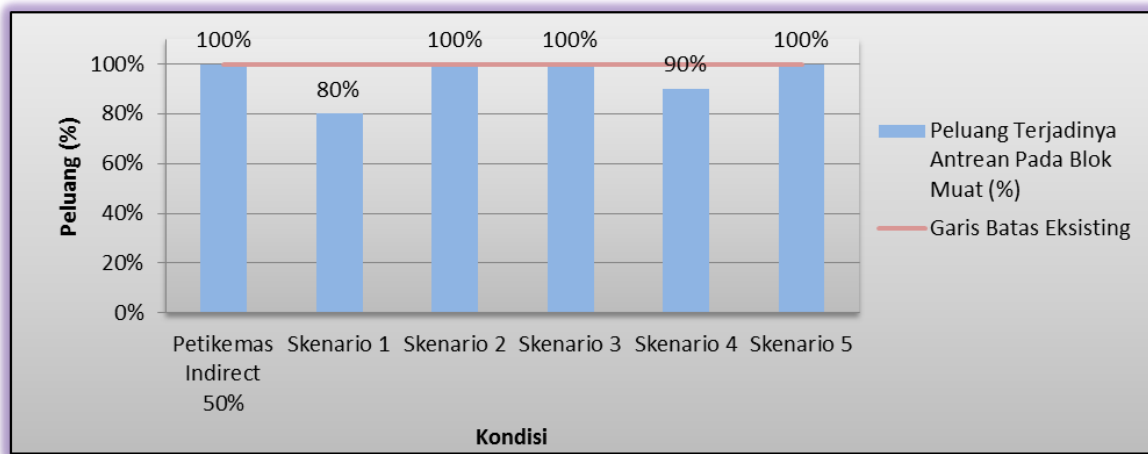
Grafik 6.6 Perbandingan utilitas alat per bulan

Utilitas alat adalah perbandingan antara lama dia bekerja dengan jumlah waktu yang tersedia dalam satuan waktu tertentu kemudian dikalikan 100. Dari grafik 6.6 didapatkan nilai utilitas alat *Container Crane* dan RTG pada masing-masing skenario dari hasil simulasi. Pada masing-masing skenario terjadi peningkatan nilai utilitas alat, hal ini berarti bahwa lama alat tersebut bekerja menjadi semakin lama apabila dibandingkan dengan model petikemas *indirect* 50%. Nilai utilitas dari RTG selalu lebih besar dibandingkan dengan nilai utilitas *Container Crane*. Hal ini dikarenakan skenario yang digunakan tidak berpengaruh besar terhadap kinerja *Container Crane*, yaitu skenario jumlah penambahan jumlah truk menjadi 16 unit dan skenario penurunan waktu timbun. Dimana skenario ini berpengaruh besar terhadap kinerja dari lapangan penumpukan. Peningkatan nilai utilitas alat secara signifikan terjadi pada skenario 5, dimana pada CC dan RTG mengalami peningkatan sebesar 4%. Pada skenario 1 juga terjadi peningkatan nilai utilitas yang cukup signifikan, yaitu sebesar 2% pada CC dan 3% pada RTG. Pada skenario 3 peningkatan nilai utilitas dari CC dan RTG adalah terbesar 2%. Pada skenario 4 peningkatan nilai utilitas CC sebesar 2% dan RTG sebesar 1%. Sedangkan pada skenario 2 hanya terjadi peningkatan nilai utilitas alat sebesar 1% pada CC dan RTG.





Grafik 6.7 Perbandingan peluang terjadinya antrean pada blok bongkar



Grafik 6.8 Perbandingan peluang terjadinya antrean pada blok muat

Setelah proses pengecekan adanya antrean atau tidak pada model eksisting diketahui pada blok bongkar mulai terjadi antrean ketika terjadi petikemas *indirect* sebanyak 50%, sedangkan pada blok muat sudah mulai ada antrean pada kondisi petikemas *indirect* 20%. Sehingga diambil sampel pada kondisi petikemas *indirect* 50% karena pada kondisi tersebut blok bongkar dan blok muat sudah mulai terjadi antrean petikemas yang akan masuk ke lapangan penumpukan. Pada kondisi petikemas *indirect* 50%, dilakukan skenario penurunan terjadinya antrean atau peningkatan kapasitas (daya tampung) pada lapangan penumpukan. Setelah dilakukan *running* model, didapatkan hasil utilitas per bulan dari *Container Crane* dan RTG, jumlah *throughput* per bulan, jumlah *ship call* per bulan, rata-rata waktu pelayanan kapal per bulan, dan waktu *dwelling time* per bulan. Hasil tersebut hanya digunakan untuk membandingkan hasil antar skenario satu dengan yang lain, akan tetapi masih belum mengetahui masih adanya antrean atau tidak. Sehingga dilakukan pengecekan adanya antrean pada masing-masing skenario.

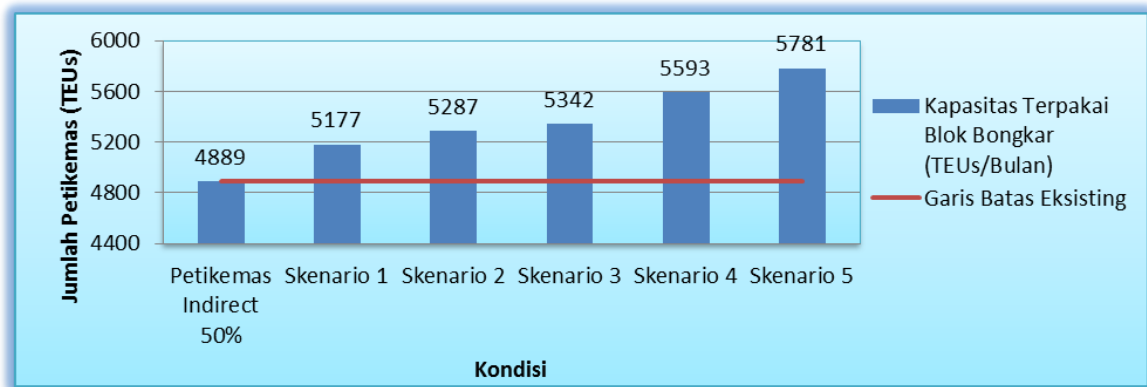
Dalam satu kali *running* model, dilakukan dengan menggunakan 10 kali replikasi atau sama dengan 10 kali *running* model. Sehingga pada masing-masing skenario dilakukan

menggunakan 10 kali replikasi untuk mengetahui peluang terjadinya antrean dari 10 kali replikasi yang digunakan. Untuk mengetahui terjadinya antrean petikemas yang akan masuk ke blok bongkar atau tidak, dilakukan pengecekan dengan melakukan pengaturan pada *running* model. Pengaturan untuk mengetahui sudah adanya antrean atau tidak, model simulasi diatur agar *running* model berhenti ketika mulai terjadi antrean petikemas yang akan masuk ke lapangan penumpukan blok bongkar sebelum tercapainya waktu maksimal (1 bulan). Sehingga ketika mulai terjadi antrean petikemas yang akan masuk ke blok bongkar sebelum *running* maksimal (1 bulan), akan diketahui pada waktu kapan mulai terjadinya antrean pada replikasi tersebut dan jumlah arus petikemas yang masuk ke blok bongkar tersebut. Dalam satu kali *running* skenario, pengaturan tersebut digunakan oleh 10 replikasi. Sedangkan hasil antara replikasi satu dengan replikasi yang lain akan berbeda sesuai distribusi yang menjadi input model.

Hal yang sama dilakukan juga untuk mengetahui kondisi blok muat apakah sudah terjadi antrean atau belum, hanya saja berbeda pada pengaturan modelnya. Setelah dilakukan *running* pada masing-masing skenario, akan diketahui peluang terjadinya antrean pada blok bongkar dan blok muat dari 10 replikasi yang digunakan. Pada model petikemas *indirect* 50% terjadi antrean pada 4 replikasi yang digunakan untuk blok bongkar, sedangkan pada blok muat terjadi antrean pada semua (10) replikasi yang digunakan. Sehingga peluang terjadinya antrean pada model petikemas *indirect* 50% adalah sebesar 40% pada blok bongkar, dan 100% pada blok muat.

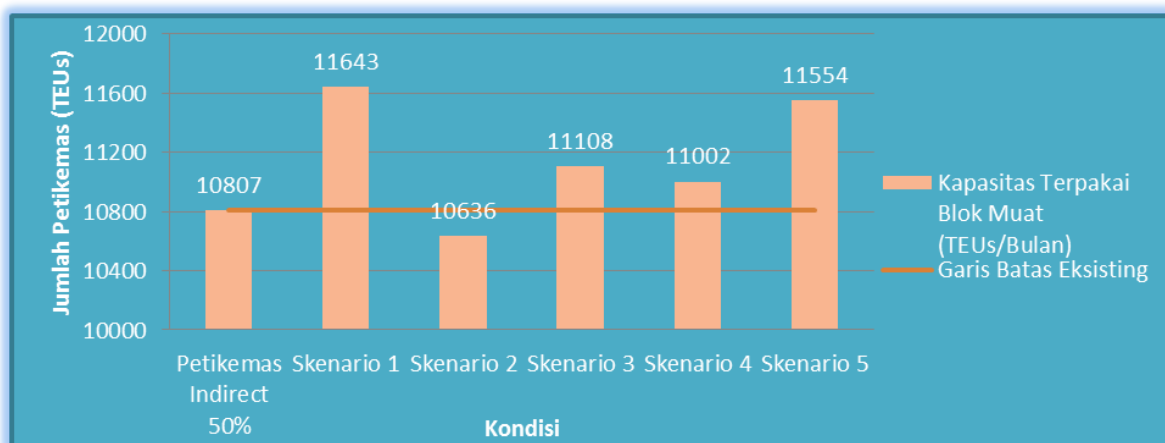
Dari kelima skenario yang digunakan, peluang terjadinya antrean yang lebih kecil dari model petikemas *indirect* 50% dianggap memiliki kondisi yang lebih baik. Pada grafik 6.8, peluang terjadinya antrean lebih kecil terjadi pada skenario 1, 2, dan 5. Dimana besarnya peluang terjadi antrean pada masing-masing skenario tersebut sebesar 20% pada skenario 1, 10% pada skenario 2, dan 20% pada skenario 5. Sedangkan pada skenario 3 dan 4 peluang terjadinya antrean semakin meningkat, yaitu sebesar 80% pada skenario 3 dan 60% pada skenario 4.

Pada grafik 6.9, peluang terjadinya antrean pada model petikemas *indirect* 50% adalah 100%. Dimana pada 10 replikasi yang dijalankan, terjadi antrean pada semua replikasi tersebut. Sehingga skenario yang baik adalah skenario yang memiliki peluang terjadi antrean lebih kecil bila dibandingkan dengan model petikemas *indirect* 50%. Pada skenario 2, 3, dan 5 terjadi antrean pada 10 replikasi yang dijalankan, sehingga peluang terjadinya antrean sebesar 100%. Sedangkan pada skenario 1 dan 4 peluang terjadinya antrian semakin menurun, yaitu sebesar 80% pada skenario 1 dan 90% pada skenario 4.



Grafik 6.9 Perbandingan Arus Petikemas Pada Lapangan Penumpukan Blok Bongkar

Pada Grafik 6.10 dapat diketahui bahwa pada skenario 1, 2, 3, 4, dan 5 terjadi peningkatan arus petikemas yang masuk ke lapangan penumpukan blok bongkar apabila dibandingkan dengan model petikemas *indirect* 50%. Dari skenario 1 sampai skenario 5 selalu terjadi peningkatan jumlah arus petikemas yang masuk ke lapangan penumpukan blok bongkar. Pada skenario 1 mengalami peningkatan sebesar 5.9%, skenario 2 mengalami peningkatan sebesar 7.68%, skenario 3 mengalami peningkatan sebesar 8.57%, pada skenario 4 terjadi peningkatan sebesar 13.18%, dan pada skenario 5 terjadi peningkatan paling signifikan yaitu sebesar 15.94%.

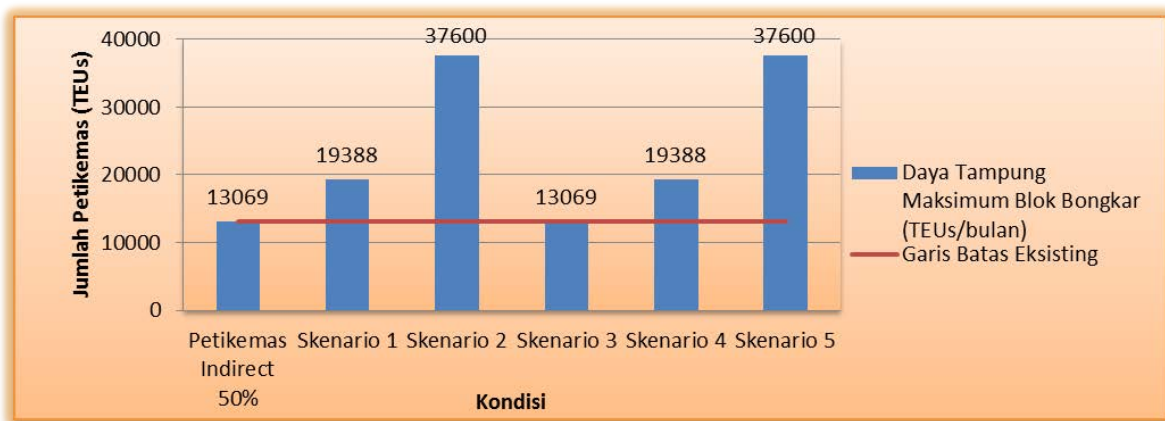


Grafik 6.10 Perbandingan Arus Petikemas Pada Lapangan Penumpukan Blok Muat

Pada grafik 6.12 dapat diketahui jumlah arus petikemas yang masuk ke lapangan penumpukan blok muat mengalami peningkatan pada skenario 1, 3, 4, 5 dan mengalami penurunan jumlah arus pada skenario 2. Pada skenario 1 dan 5 terjadi peningkatan arus secara signifikan, dimana pada skenario 1 terjadi peningkatan sebanyak 7.74% dan pada skenario 5 terjadi peningkatan sebanyak 6.92%. Sedangkan pada skenario 3 dan 4, peningkatan jumlah arus sebanyak 2.79%

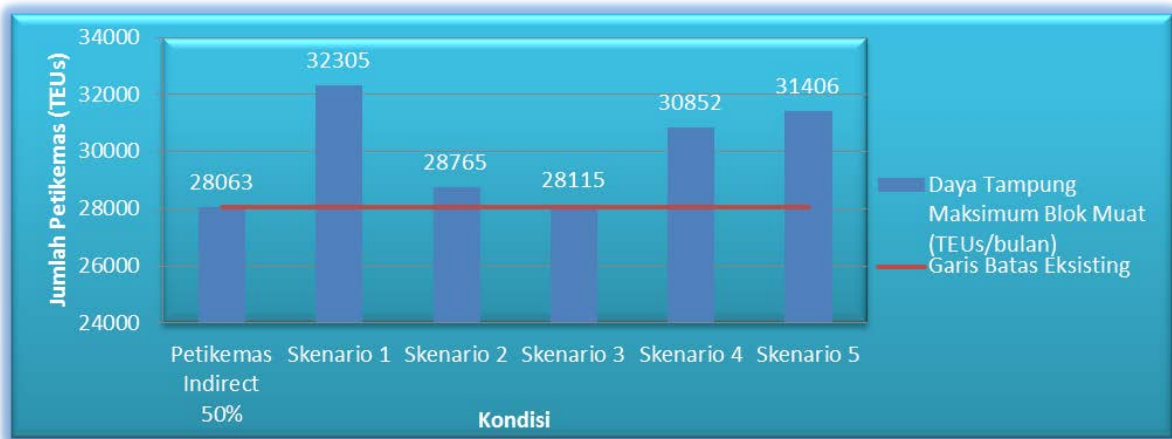
pada skenario 3 dan 1.81% pada skenario 4. Akan tetapi, pada skenario 2 mengalami penurunan jumlah arus petikemas yang masuk ke lapangan penumpukan blok muat sebanyak 1.58%.

Grafik 6.11 dan grafik 6.12 menunjukkan perbandingan daya tampung maksimum dalam satu bulan pada lapangan penumpukan petikemas blok bongkar dan blok muat. Pada persamaan 2-15, didapatkan nilai daya tampung dari blok bongkar dan blok muat dari masing-masing skenario. Dalam menghitung daya tampung, faktor yang paling mempengaruhi besarnya daya tampung adalah waktu timbun. Dimana waktu timbun berbanding terbalik dengan daya tampung sehingga ketika waktu timbun semakin kecil maka daya tampung dari lapangan penumpukan tersebut akan semakin besar. Hal ini dikarenakan ketika waktu timbun semakin cepat maka jumlah petikemas yang tertampung juga akan semakin banyak.



Grafik 6.11 Perbandingan daya tampung maksimum pada blok bongkar

Dari grafik 6.11 dapat diketahui daya tampung pada blok bongkar mengalami peningkatan pada skenario 1, 2, 4, 5 dan tidak mengalami perubahan pada skenario 3. Hal ini dikarenakan pada skenario 1, 2, 4, 5 terjadi penurunan waktu timbun, sedangkan pada skenario 3 tidak mengalami perubahan waktu timbun. Dimana waktu timbun skenario 1, 2, 3, 4, dan 5 masing-masing selama 2 hari, 1 hari, 3,1 hari, 2 hari, dan 1 hari. Sedangkan waktu timbun pada model petikemas *indirect* 50% adalah selama 3.1 hari. Sehingga pada skenario 1 dan 4 memiliki nilai yang sama, begitu juga dengan skenario 2 dan 4 memiliki nilai yang sama besar. Daya tampung maksimum pada blok bongkar mengalami peningkatan yang signifikan pada skenario 2 dan 5, yaitu sebesar 187.71% atau meningkat sebanyak 2.9 kali lipat dari eksisting. Sedangkan pada skenario 1 dan 4 mengalami peningkatan sebanyak 48.35%.



Grafik 6.12 Perbandingan daya tampung maksimum pada blok muat

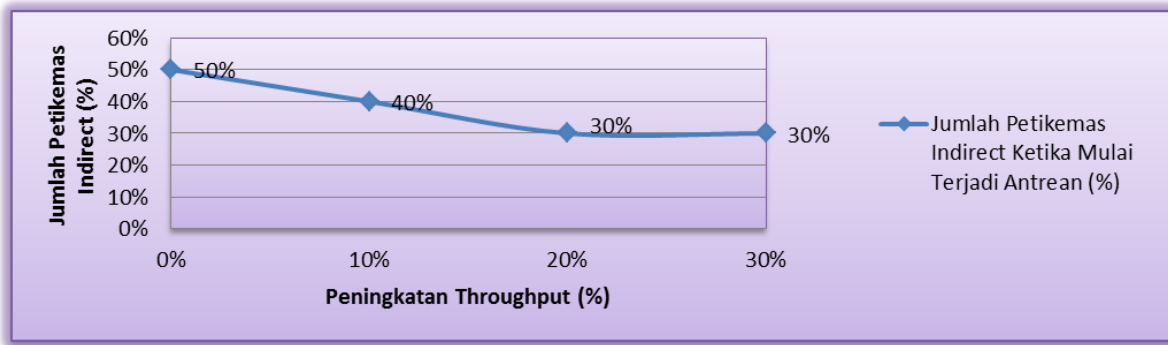
Dari grafik 6.12 dapat diketahui perbandingan daya tampung maksimum pada lapangan penumpukan blok muat. Dari grafik tersebut dapat kita ketahui terjadi peningkatan daya tampung pada semua skenario yang digunakan, hanya saja peningkatan secara signifikan terjadi pada skenario 1, 4, dan 5. Pada skenario 1, 4, dan 5 terjadi peningkatan daya tampung masing-masing sebesar 15.12%, 9.94%, dan 11.91%. Sedangkan pada skenario 2 dan 3 hanya terjadi sedikit peningkatan daya tampung. Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, bahwasannya daya tampung dipengaruhi oleh lama waktu timbun pada lapangan penumpukan itu sendiri. Dari hasil *running* model didapatkan waktu timbun pada lapangan penumpukan blok muat pada masing-masing skenario. Lama waktu timbun pada skenario 1, 2, 3, 4, dan 5 masing-masing selama 2.77 hari, 3.15 hari, 3.23 hari, 2.91 hari, dan 2.86 hari. Sedangkan waktu timbun dari model petikemas *indirect* 50% adalah selama 3.23 hari.

## VI.6. Analisa Sensitivitas Peningkatan *Throughput*

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai analisa sensitivitas peningkatan *throughput* terhadap model awal atau model eksisting, dimana pada bab VI.1 sudah dijelaskan mengenai hasil atau output dari model awal atau model eksisting tersebut. Dari model eksisting tersebut dilakukan analisa peningkatan *throughput* untuk mengetahui pengaruh dari peningkatan *throughput* terhadap output yang diamati. Dalam hal ini, jumlah peningkatan *throughput* yang digunakan adalah sebesar 10%, 20%, dan 30% dari model eksisting.

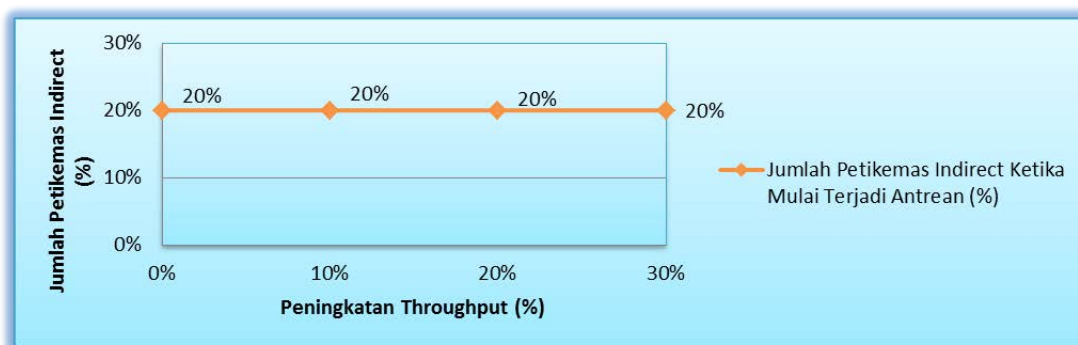
### VI.6.1. Perbandingan Kondisi Eksisting Dengan Kondisi Peningkatan *Throughput*

Dari hasil *running* model peningkatan *throughput* yang dijalankan, didapatkan hasil dari kondisi peningkatan *throughput* sebesar 10%, 20%, dan 30%, kemudian hasil tersebut dibandingkan dengan model kondisi eksisting. Berikut perbandingannya :



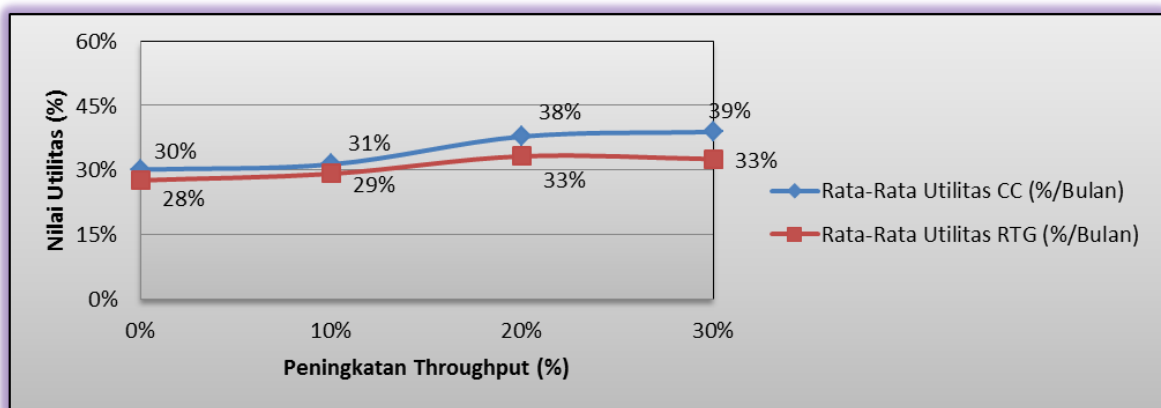
Grafik 6.13 Perbandingan jumlah petikemas *indirect* ketika mulai terjadinya antrean pada blok bongkar

Dari grafik tersebut dapat diketahui perubahan jumlah petikemas *indirect* ketika mulai terjadinya antrean pada blok bongkar. Pada kondisi eksisting, mulai terjadi antrean pada jumlah petikemas *indirect* 50%. Sedangkan ketika jumlah *throughput* meningkat sebesar 10%, mulai terjadi antrean ketika jumlah *throughput* mencapai 40%. Pada peningkatan jumlah *throughput* 20% dan 30%, mulai terjadi antrean pada jumlah petikemas *indirect* sebesar 30%. Akan tetapi dari hasil analisa didapatkan pada peningkatan jumlah *throughput* 20% dan 30%, peluang terjadinya antrean pada petikemas *indirect* 30% berbeda. Dimana peluang terjadinya antrean pada petikemas *indirect* 30% ketika *throughput* meningkat 20% adalah sebesar 10%. Sedangkan peluang terjadinya antrean pada petikemas *indirect* 30% ketika *throughput* meningkat 30% adalah sebesar 30%. Hal ini menunjukkan bahwa grafik tersebut tidak linier pada kondisi petikemas *indirect* 30%, akan tetapi grafik tersebut masih terus mendekati jumlah petikemas *indirect* 20% ataupun sampai linier pada kondisi petikemas *indirect* 20%. Hal ini dikarenakan jumlah petikemas *indirect* minimum adalah 20%, sehingga nilai jumlah petikemas *indirect* pada grafik tersebut tidak akan mencapai kurang dari 20%. Akan tetapi pada analisa yang dilakukan hanya sampai pada peningkatan jumlah *throughput* 30%, sehingga masih belum diketahui pada jumlah peningkatan *throughput* berapa persen mulai terjadinya antrean pada petikemas *indirect* 20%.



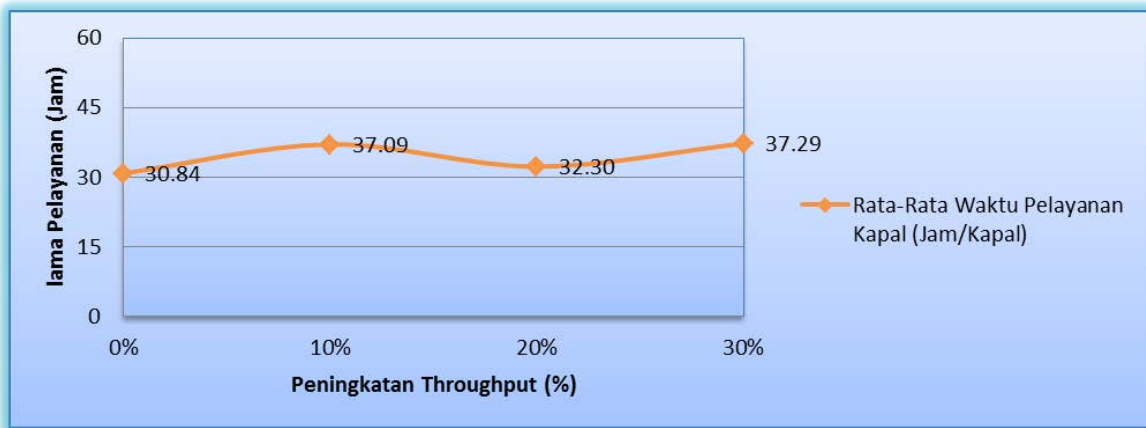
Grafik 6.14 Perbandingan jumlah petikemas *indirect* ketika mulai terjadinya antrean pada blok muat

Pada grafik diatas dapat diketahui bahwa mulai terjadinya antrean petikemas pada blok muat terjadi ketika jumlah petikemas *indirect* sebesar 20%, baik model eksisting ataupun ketika jumlah *throughput* meningkat sebesar 10%, 20%, dan 30%. Akan tetapi untuk peluang terjadinya antrean memiliki perbedaan antara model eksisting dan peningkatan jumlah *throughput*. Ketika kondisi eksisting peluang terjadinya antrean pada petikemas *indirect* 20% adalah sebesar 80%, sedangkan ketika *throughput* meningkat 10%, peluang terjadinya antrean pada petikemas *indirect* 20% adalah sebesar 90%. Akan tetapi ketika *throughput* meningkat sebesar 20% dan 30%, peluang terjadinya antrean pada blok muat memiliki nilai yang sama yaitu sebesar 100%. Hal ini menunjukkan bahwa ketika jumlah *throughput* meningkat 20% atau lebih dari 20%, akan terjadi nilai linier pada grafik.



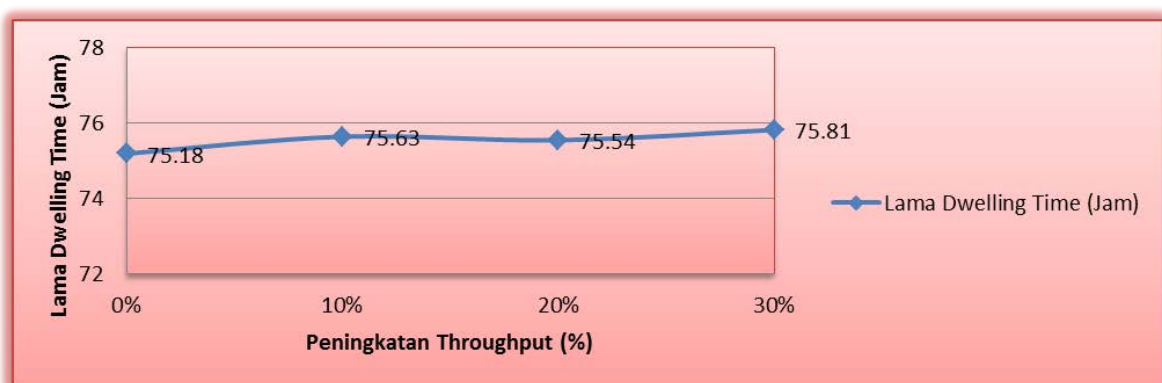
Grafik 6.15 Perbandingan nilai utilitas CC dan RTG per bulan

Pada grafik diatas dapat diketahui perbandingan rata-rata nilai utilitas dari RTG dan CC. Ketika *throughput* meningkat sebesar 10%, rata-rata nilai utilitas dari RTG adalah sebesar 29% dan rata-rata nilai utilitas CC sebesar 31%. Ketika *throughput* meningkat 20%, rata-rata utilitas RTG adalah sebesar 33% dan rata-rata utilitas CC sebesar 38%. Sedangkan ketika *throughput* meningkat 30%, rata-rata utilitas dari RTG adalah sebesar 33% dan rata-rata utilitas dari CC sebesar 39%.



Grafik 6.16 Perbandingan waktu pelayanan kapal

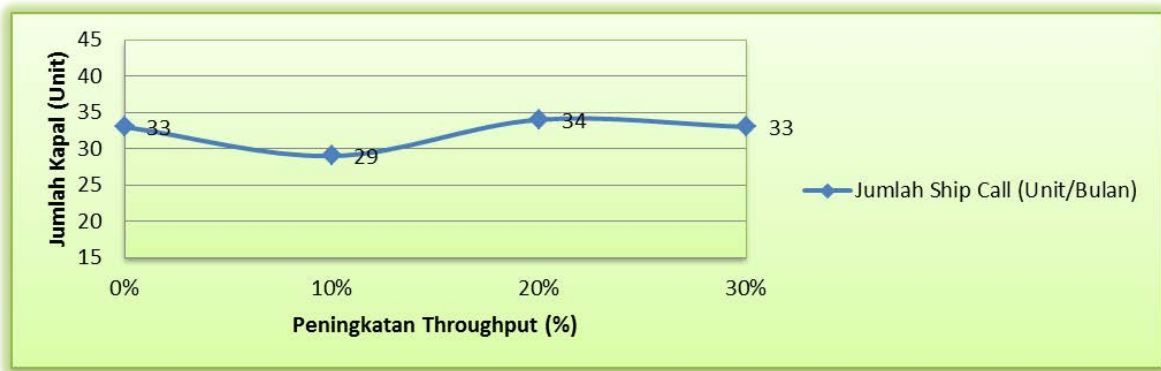
Pada grafik diatas dapat diketahui rata-rata waktu pelayanan kapal dari beberapa kondisi. Hasil yang didapatkan dari *running* model adalah terdapat variasi pada hasil tersebut. Ketika kondisi *throughput* meningkat 10%, mengalami peningkatan rata-rata waktu pelayanan selama 6.25 jam dari kondisi eksisting. Ketika terjadi peningkatan *throughput* sebanyak 20%, terjadi peningkatan rata-rata waktu pelayanan kapal selama 1.46 jam dari kondisi eksisting. Sedangkan pada kondisi peningkatan *throughput* 30%, terjadi peningkatan selama 6.45 jam dari kondisi eksisting.



Grafik 6.17 Perbandingan *dwelling time*

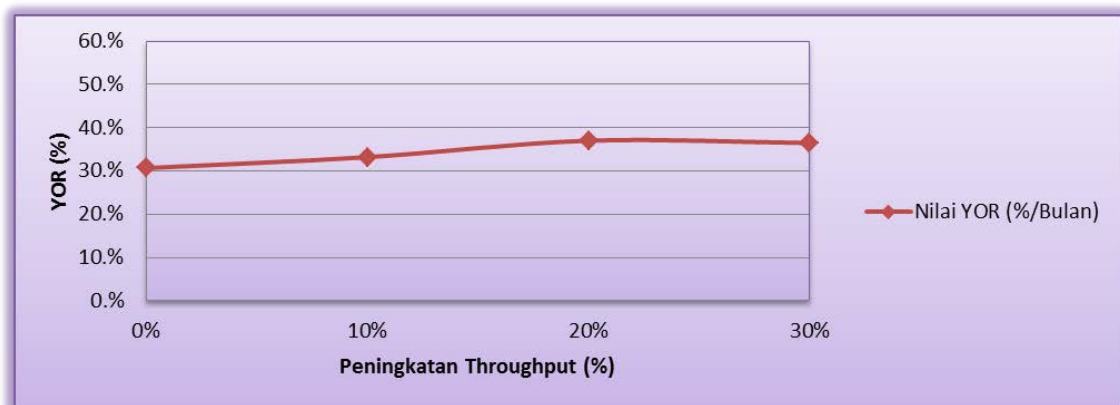
Grafik di atas menunjukkan perbandingan waktu *dwelling time* pada kondisi eksisting dan kondisi peningkatan throughput. Pada grafik di atas menunjukkan adanya variasi waktu *dwelling time*, akan tetapi variasi tersebut kecil nilainya. Dimana pada peningkatan *throughput* 10% terjadi peningkatan waktu *dwelling time* selama 0.45 jam dari kondisi eksisting. Pada peningkatan *throughput* 20% terjadi peningkatan waktu *dwelling time* selama 0.36 jam dari kondisi eksisting. Sedangkan pada kondisi peningkatan *throughput* 30% terjadi peningkatan waktu *dwelling time* selama 0.63 jam dari kondisi eksisting.





Grafik 6.18 Perbandingan jumlah *ship call* per bulan

Grafik diatas menunjukkan perbandingan jumlah kunjungan kapal dari kondisi eksisting dan kondisi peningkatan *throughput*. Hasil yang didapatkan dari *running* model adalah bervariasi. Dimana ketika *throughput* meningkat sebesar 10% terjadi penurunan jumlah kunjungan kapal sebanyak 4 unit per bulan dari kondisi eksisting. Ketika *throughput* meningkat 20% terjadi peningkatan jumlah kunjungan kapal sebanyak 5 unit per bulan dari kondisi eksisting. Sedangkan ketika *throughput* meningkat 30% tidak terjadi perubahan jumlah kunjungan kapal apabila dibandingkan dengan kondisi eksisting, yaitu sebanyak 33 unit kapal per bulan.



Grafik 6.19 Perbandingan nilai YOR

Grafik diatas menunjukkan perbandingan nilai YOR dari kondisi eksisting dan kondisi ketika terjadi peningkatan *throughput*. Pada kondisi eksisting, nilai YOR adalah sebesar 30.70% per bulan. Ketika terjadi peningkatan jumlah *throughput* sebesar 10%, terjadi peningkatan nilai YOR sebesar 2.54% per bulan dari kondisi eksisting. Pada kondisi *throughput* meningkat sebesar 20%, peningkatan nilai YOR terjadi sebesar 6.33% per bulan bila dibandingkan dengan kondisi

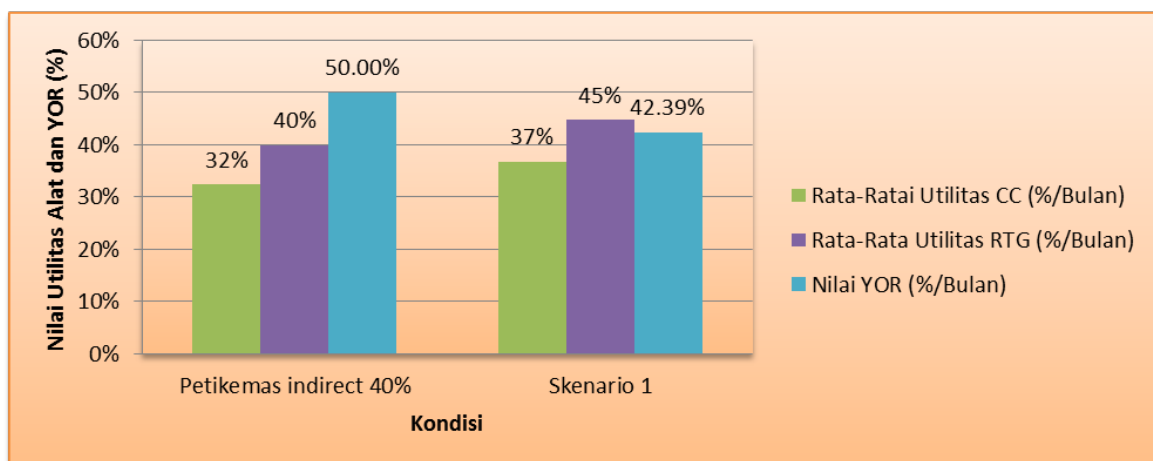
eksisting. Sedangkan ketika kondisi *throughput* meningkat 30%, peningkatan nilai YOR terjadi sebesar 5.78% per bulan dibandingkan dengan kondisi eksisting.

#### VI.6.2. Perbandingan antara kondisi petikemas *indirect* ketika mulai terjadi antrean dengan skenario 1

Pada bab VI.5 dapat diketahui bahwa skenario 1 memiliki hasil yang konstan, yaitu selalu memiliki hasil yang lebih baik apabila dibandingkan dengan kondisi eksisting. Sehingga dipilihlah skenario 1 sebagai alternatif terbaik, yaitu dengan menurunkan waktu timbun petikemas pada blok bongkar yang sebelumnya selama 73.5 jam menjadi 48 jam. Dengan terpilihnya skenario 1, skenario 1 tersebut diterapkan pada kondisi ketika peningkatan *throughput* sebesar 10%, 20%, dan 30% ketika sudah mulai terjadi antrean petikemas pada blok bongkar dan blok muat. Berikut perbandingannya :

1. Perbandingan antara kondisi peningkatan *throughput* 10% ketika petikemas *indirect* 40% dengan skenario 1

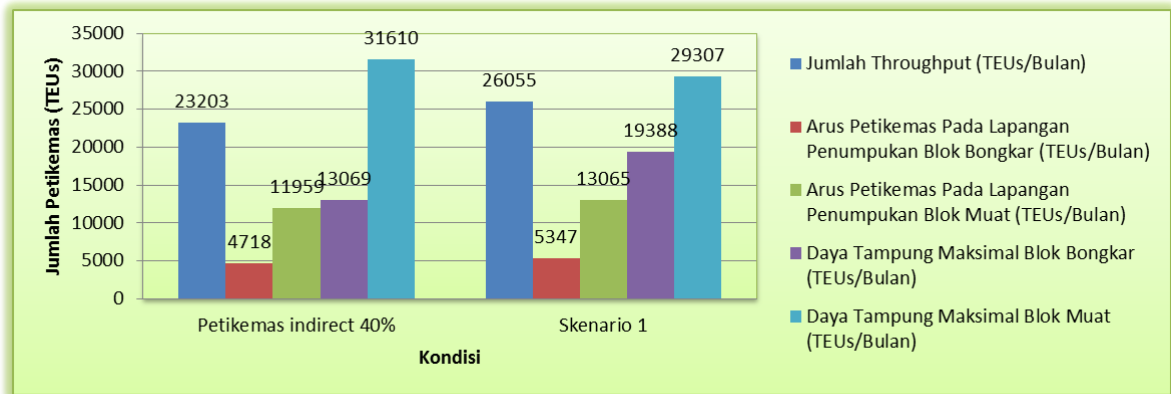
Dari grafik 6.13 diketahui bahwa ketika *throughput* meningkat sebesar 10%, antrean petikemas akan mulai terjadi ketika jumlah petikemas *indirect* 40%. Sehingga dilakukan perbandingan pada kondisi peningkatan *throughput* 10% ketika petikemas *indirect* 40% dengan skenario 1. Berikut beberapa hasil yang dibandingkan :



Grafik 6.20 Perbandingan output peningkatan *throughput* 10% ketika *indirect* 40% dan skenario 1

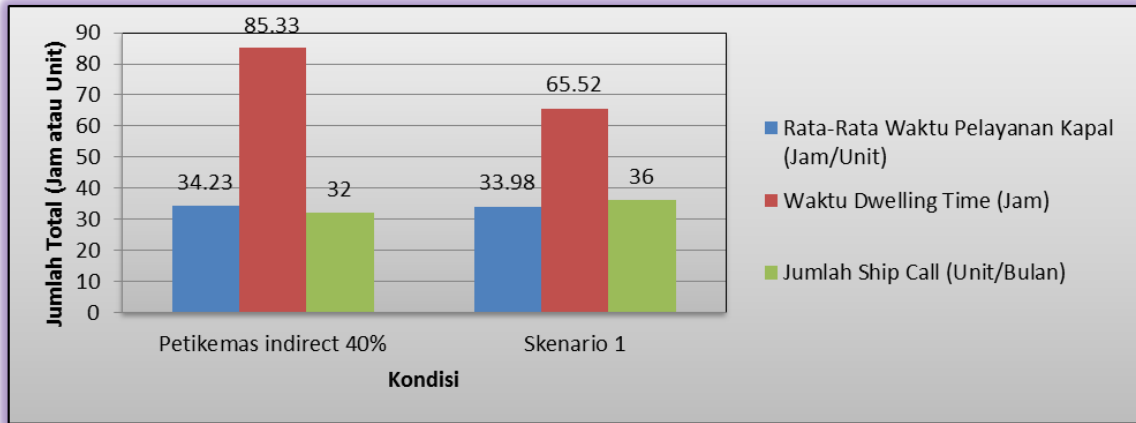
Grafik diatas merupakan perbandingan antara petikemas *indirect* 40% ketika *throughput* meningkat sebesar 10% dan skenario 1. Dimana yang dibandingkan adalah rata-rata utilitas RTG per bulan dan CC per bulan, dan nilai YOR. Ketika kondisi petikemas *indirect* 40%, nilai rata-rata utilitas CC sebesar 32%, rata-rata utilitas RTG sebesar 40%, dan nilai YOR sebesar 50%. Namun setelah diterapkan skenario 1, terjadi perubahan rata-rata utilitas CC

dan RTG, dan nilai YOR. Dimana rata-rata utilitas CC meningkat sebesar 5% per bulan, rata-rata utilitas RTG meningkat sebesar 5% per bulan, dan nilai YOR mengalami penurunan sebesar 7.61%.



Grafik 6.21 Perbandingan output peningkatan throughput 10% ketika indirect 40% dan skenario 1

Grafik diatas menunjukkan perbandingan antara kondisi petikemas *indirect* 40% ketika *throughput* mengalami peningkatan 10% dan skenario 1. Dari grafik tersebut yang dibandingkan adalah jumlah *throughput* per bulan, arus petikemas pada lapangan penumpukan pada blok bongkar dan blok muat per bulan, daya tampung maksimum pada blok bongkar dan blok muat. Ketika petikemas indirect 40%, didapatkan jumlah *throughput* per bulan sebesar 23203 TEUs, arus petikemas pada blok bongkar sebesar 4718 TEUs per bulan, arus petikemas pada blok muat sebesar 11959 TEUs per bulan, Daya tampung maksimum pada blok bongkar sebesar 13069 TEUs per bulan, dan daya tampung maksimum pada blok muat sebesar 31610 TEUs per bulan. Setelah diterapkan skenario 1, didapatkan jumlah *throughput* meningkat sebesar 12%, jumlah arus petikemas pada blok bongkar meningkat sebesar 13%, jumlah arus petikemas pada blok muat meningkat sebesar 9%, daya tampung maksimum pada blok bongkar meningkat sebesar 48%, dan daya tampung maksimum pada blok muat menurun sebesar 7%.

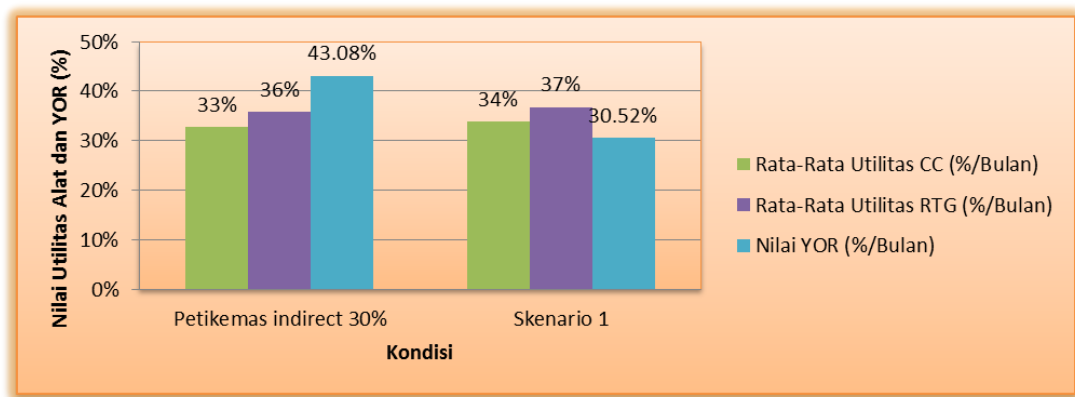


Grafik 6.22 Perbandingan output peningkatan throughput 10% ketika indirect 40% dan skenario 1

Grafik tersebut membandingkan antara hasil ketika petikemas *indirect* 40% dan hasil dari skenario 1. Grafik di atas membandingkan rata-rata waktu pelayanan kapal, waktu *dwelling time*, dan jumlah *ship call*. Dari hasil ketika kondisi petikemas *indirect* 40%, didapatkan rata-rata waktu pelayanan kapal selama 34.23 jam per unit, waktu *dwelling time* selama 85.33 jam, jumlah *ship call* 32 unit per bulan. Sedangkan hasil setelah diterapkannya skenario 1 adalah menurunnya rata-rata waktu pelayanan kapal selama 0.26 jam per unit, menurunnya *dwelling time* sebanyak 19.81 jam, dan meningkatnya jumlah *ship call* sebanyak 4 unit per bulan.

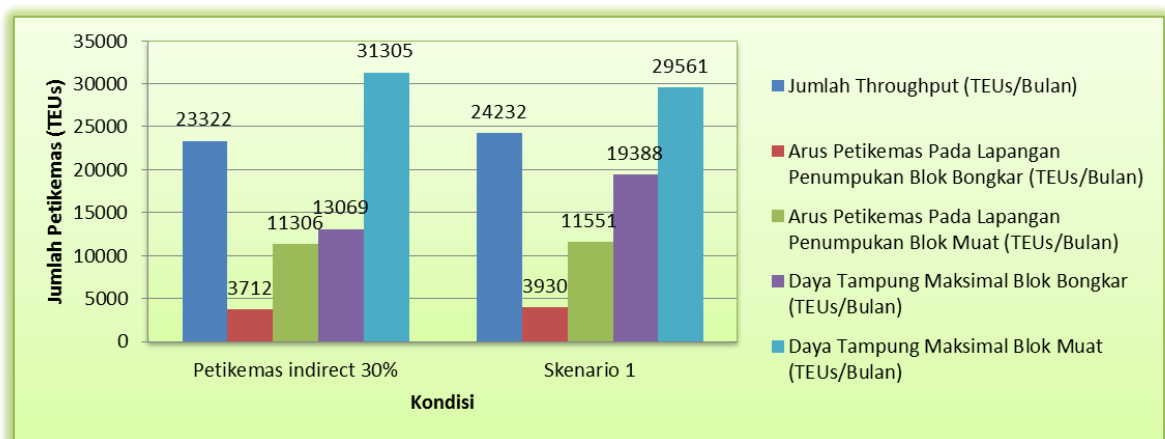
2. Perbandingan antara kondisi peningkatan *throughput* 20% ketika petikemas *indirect* 30% dengan skenario 1

Dari grafik 6.13 diketahui bahwa ketika *throughput* meningkat sebesar 20%, antrean petikemas akan mulai terjadi ketika jumlah petikemas *indirect* 30%. Sehingga dilakukan perbandingan pada kondisi peningkatan *throughput* 20% ketika petikemas *indirect* 30% dengan skenario 1. Berikut beberapa hasil yang dibandingkan :



Grafik 6.23 Perbandingan output peningkatan throughput 20% ketika indirect 30% dan skenario 1

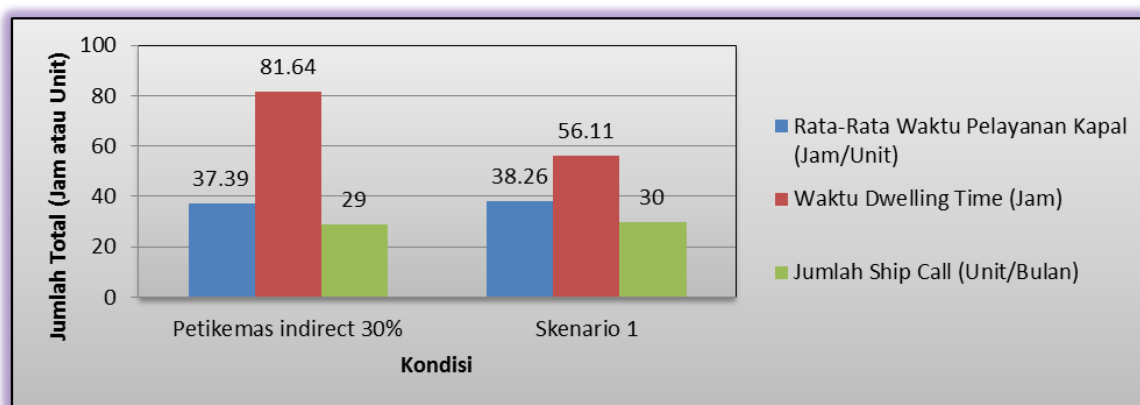
Grafik diatas merupakan perbandingan antara petikemas *indirect* 30% ketika *throughput* meningkat sebesar 20% dan skenario 1. Dimana yang dibandingkan adalah rata-rata utilitas RTG per bulan dan CC per bulan, dan nilai YOR. Ketika kondisi petikemas *indirect* 30%, nilai rata-rata utilitas CC sebesar 33%, rata-rata utilitas RTG sebesar 36%, dan nilai YOR sebesar 43.08%. Namun setelah diterapkan skenario 1, terjadi perubahan rata-rata utilitas CC dan RTG, dan nilai YOR. Dimana rata-rata utilitas CC meningkat sebesar 1% per bulan, rata-rata utilitas RTG meningkat sebesar 1% per bulan, dan nilai YOR mengalami penurunan sebesar 12.56%.



Grafik 6.24 Perbandingan output peningkatan throughput 20% ketika indirect 30% dan skenario 1

Grafik diatas menunjukkan perbandingan antara kondisi petikemas *indirect* 30% ketika *throughput* mengalami peningkatan 20% dan skenario 1. Dari grafik tersebut yang dibandingkan adalah jumlah *throughput* per bulan, arus petikemas pada lapangan penumpukan pada blok bongkar dan blok muat per bulan, daya tampung maksimum pada blok bongkar dan blok muat. Ketika petikemas *indirect* 30%, didapatkan jumlah *throughput*

per bulan sebesar 23322 TEUs, arus petikemas pada blok bongkar sebesar 3712 TEUs per bulan, arus petikemas pada blok muat sebesar 11306 TEUs per bulan, Daya tampung maksimum pada blok bongkar sebesar 13069 TEUs per bulan, dan daya tampung maksimum pada blok muat sebesar 31305 TEUs per bulan. Setelah diterapkan skenario 1, didapatkan jumlah *throughput* meningkat sebesar 4%, jumlah arus petikemas pada blok bongkar meningkat sebesar 6%, jumlah arus petikemas pada blok muat meningkat sebesar 2%, daya tampung maksimum pada blok bongkar meningkat sebesar 48%, dan daya tampung maksimum pada blok muat menurun sebesar 6%.

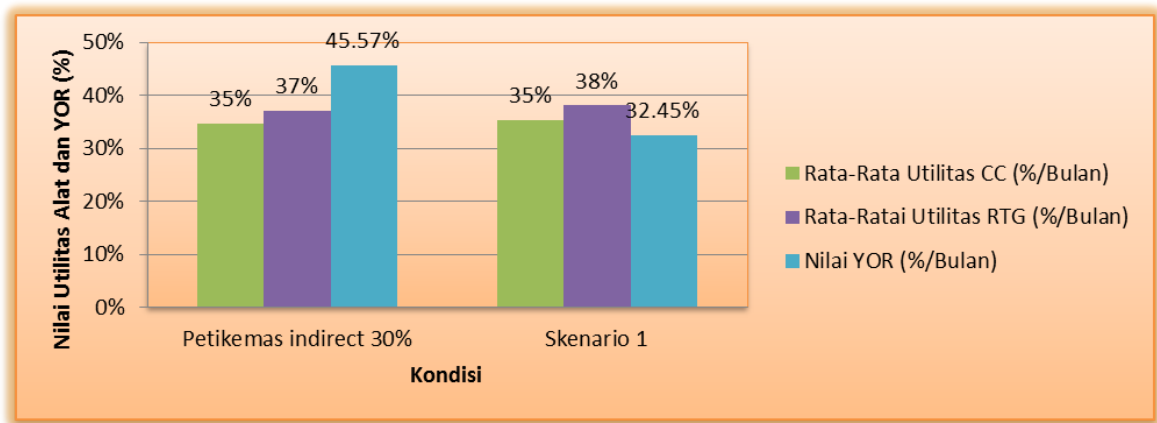


Grafik 6.25 Perbandingan output peningkatan throughput 20% ketika indirect 30% dan skenario 1

Grafik tersebut membandingkan antara hasil ketika petikemas *indirect* 30% dan hasil dari skenario 1. Grafik di atas membandingkan rata-rata waktu pelayanan kapal, waktu *dwelling time*, dan jumlah *ship call*. Dari hasil ketika kondisi petikemas *indirect* 30%, didapatkan rata-rata waktu pelayanan kapal selama 37.39 jam per unit, waktu *dwelling time* selama 81.64 jam, jumlah *ship call* 29 unit per bulan. Sedangkan hasil setelah diterapkannya skenario 1 adalah meningkatnya rata-rata waktu pelayanan kapal selama 0.87 jam per unit, menurunnya *dwelling time* sebanyak 25.53 jam, dan meningkatnya jumlah *ship call* sebanyak 1 unit per bulan.

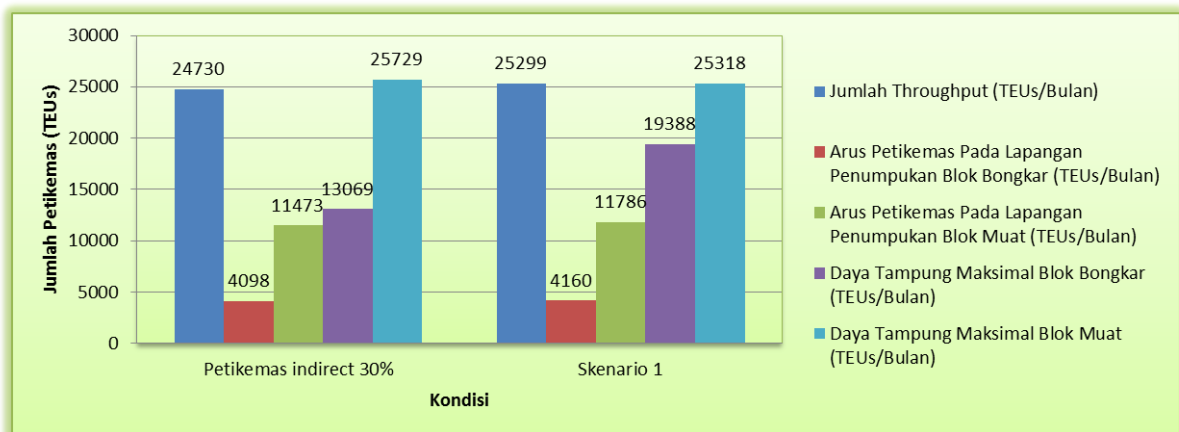
3. Perbandingan antara kondisi peningkatan *throughput* 30% ketika petikemas *indirect* 30% dengan skenario 1

Dari grafik 6.13 diketahui bahwa ketika *throughput* meningkat sebesar 30%, antrean petikemas akan mulai terjadi ketika jumlah petikemas *indirect* 30%. Sehingga dilakukan perbandingan pada kondisi peningkatan *throughput* 30% ketika petikemas *indirect* 30% dengan skenario 1. Berikut beberapa hasil yang dibandingkan :



Grafik 6.26 Perbandingan output peningkatan throughput 30% ketika indirect 30% dan skenario 1

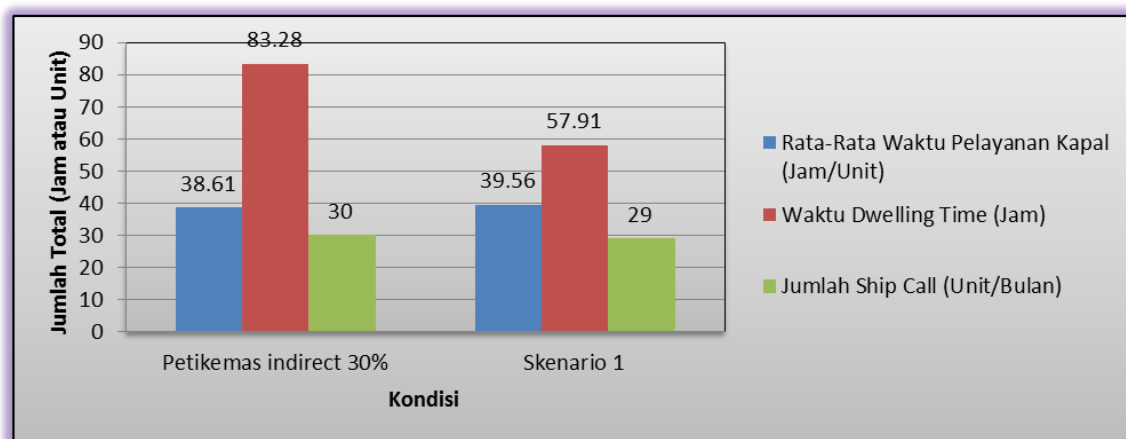
Grafik diatas merupakan perbandingan antara petikemas *indirect* 30% ketika *throughput* meningkat sebesar 30% dan skenario 1. Dimana yang dibandingkan adalah rata-rata utilitas RTG per bulan dan CC per bulan, dan nilai YOR. Ketika kondisi petikemas *indirect* 30%, nilai rata-rata utilitas CC sebesar 35%, rata-rata utilitas RTG sebesar 37%, dan nilai YOR sebesar 45.57%. Namun setelah diterapkan skenario 1, rata-rata utilitas CC tidak mengalami perubahan, yaitu sebesar 35%. Akan tetapi terjadi perubahan rata-rata utilitas pada RTG dan nilai YOR. Dimana rata-rata utilitas RTG meningkat sebesar 1% per bulan, dan nilai YOR mengalami penurunan sebesar 13.12%.



Grafik 6.27 Perbandingan output peningkatan throughput 30% ketika indirect 30% dan skenario 1

Grafik diatas menunjukkan perbandingan antara kondisi petikemas *indirect* 30% ketika *throughput* mengalami peningkatan 30% dan skenario 1. Dari grafik tersebut yang dibandingkan adalah jumlah throughput per bulan, arus petikemas pada lapangan penumpukan pada blok bongkar dan blok muat per bulan, daya tampung maksimum pada blok bongkar dan blok muat. Ketika petikemas *indirect* 30%, didapatkan jumlah

*throughput* per bulan sebesar 24730 TEUs, arus petikemas pada blok bongkar sebesar 4098 TEUs per bulan, arus petikemas pada blok muat sebesar 11473 TEUs per bulan, Daya tampung maksimum pada blok bongkar sebesar 13069 TEUs per bulan, dan daya tampung maksimum pada blok muat sebesar 25729 TEUs per bulan. Setelah diterapkan skenario 1, didapatkan jumlah *throughput* meningkat sebesar 2%, jumlah arus petikemas pada blok bongkar meningkat sebesar 2%, jumlah arus petikemas pada blok muat meningkat sebesar 3%, daya tampung maksimum pada blok bongkar meningkat sebesar 48%, dan daya tampung maksimum pada blok muat menurun sebesar 2%.



Grafik 6.28 Perbandingan output peningkatan throughput 30% ketika indirect 30% dan skenario 1

Grafik tersebut membandingkan antara hasil ketika petikemas *indirect* 30% dan hasil dari skenario 1. Grafik di atas membandingkan rata-rata waktu pelayanan kapal, waktu *dwelling time*, dan jumlah *ship call*. Dari hasil ketika kondisi petikemas *indirect* 30%, didapatkan rata-rata waktu pelayanan kapal selama 38.61 jam per unit, waktu *dwelling time* selama 83.28 jam, jumlah *ship call* 30 unit per bulan. Sedangkan hasil setelah diterapkannya skenario 1 adalah meningkatnya rata-rata waktu pelayanan kapal selama 0.95 jam per unit, menurunnya *dwelling time* sebanyak 25.37 jam, dan menurunnya jumlah *ship call* sebanyak 1 unit per bulan.



## **BAB VII**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **VII.1. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan pada penelitian tugas akhir ini, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada kondisi eksisting dengan jumlah persentase petikemas *indirect* 0%-20% dan petikemas *direct* 80%-100%, kinerja terminal masih tergolong rendah. Dimana rata-rata utilitas pada *Container Crane* 30%/bulan dan pada RTG 28%/bulan dengan rata-rata waktu *dwelling time* 75,18 jam, nilai YOR sebesar 30,7 %/bulan dan jumlah kapasitas terpakai dari lapangan penumpukan sebanyak 11.619 TEUs/bulan.
2. Antrean petikemas yang akan masuk ke lapangan penumpukan akan terjadi ketika tercapai persentase petikemas *indirect* 50% dengan peluang terjadinya antrean pada blok bongkar sebesar 40% dan pada blok muat sebesar 100%. Dimana rata-rata utilitas pada *Container Crane* 28%/bulan dan pada RTG 37%/bulan dengan rata-rata waktu *dwelling time* 86,78 jam, nilai YOR sebesar 47,86 %/bulan, jumlah arus petikemas pada lapangan penumpukan sebanyak 15.695 TEUs/bulan, dan daya tampung maksimum pada blok bongkar dan blok muat sebesar 13069 TEUs/bulan dan 28063 TEUs/bulan.
3. Untuk meningkatkan kapasitas (daya tampung) dari lapangan penumpukan, terpilih skenario 1 sebagai solusi terbaik yaitu dengan menurunkan waktu timbun pada blok bongkar dari 73.5 jam menjadi 48 jam. Dengan terpilihnya skenario 1, terjadi peningkatan kapasitas (daya tampung) maksimum pada blok bongkar dan blok muat sebesar 48.35% dan 15.12%. kemudian didapatkan juga rata-rata utilitas pada *Container Crane* 30 %/bulan dan pada RTG 40%/bulan dengan rata-rata waktu *dwelling time* 62,62 jam, nilai YOR sebesar 37,01 %/bulan, jumlah arus petikemas pada lapangan penumpukan mencapai 16.820 TEUs/bulan, dan peluang terjadinya antrean pada blok bongkar dan blok muat sebesar 20% dan 80%.
4. Dari hasil analisa peningkatan throughput diketahui ketika throughput meningkat 10%/bulan, akan mulai terjadi antrean petikemas pada kondisi petikemas *indirect* 40%. Ketika throughput meningkat 20%/bulan, akan mulai terjadi antrean petikemas pada kondisi petikemas *indirect* 30%. Dan ketika throughput meningkat 30%/bulan, akan mulai

terjadi antrean petikemas pada kondisi petikemas indirect 30%. Dari masing-masing kondisi petikemas indirect yang mulai terjadi antrean tersebut, kemudian diterapkan skenario yang telah terpilih yaitu skenario 1. Dari hasil perbandingan dengan skenario 1, didapatkan daya tampung pada blok bongkar mengalami peningkatan ketika throughput meningkat 10%, 20%, dan 30%. Sedangkan daya tampung pada blok muat mengalami penurunan, walaupun penurunannya tidak signifikan.

## **VII.2. Saran**

Berdasarkan hasil penelitian ini, terdapat saran yang dapat diberikan oleh penulis sebagai berikut:

1. Hasil studi ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan bagi pihak pengelola terminal, khususnya Terminal Nilam Timur Multipurpose dalam mengambil keputusan ketika persentase petikemas *indirect* mencapai 50% atau ketika terjadinya kapasitas (daya tampung) maksimum pada lapangan penumpukan.
2. Dikarenakan pada model studi ini untuk peletakan petikemas pada lapangan penumpukan dan pemilihan tambatan kapal untuk sandar menggunakan metode prioritas, sedangkan pada kondisi eksisting menggunakan metode preference. Maka untuk penelitian berikutnya disarankan menggunakan pendekatan *case based reasoning* agar lebih menyerupai kondisi eksisting.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ardwiansyah, M. (2016). *Model Optimasi Dan Penjadwalan Aktivitas Kepanduan Dengan Pendekatan Model Simulasi Diskrit : Studi Kasus Pelabuhan Tanjung Priok Jakarta*.
- Arifin, M. (2009). *Simulasi Sistem Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Aryadi, I. P. (2009). *Model Simulasi Operasi Pelabuhan Penyeberangan (Studi Kasus : Pelabuhan Penyeberangan Ketapang Gilimanuk)*. Surabaya: ITS.
- Aziz, Z. A. (2013). *Penentuan Kapasitas Optimal Jalur Pelayaran Kapal di Sungai Musi Menggunakan Model Simulasi*. Surabaya: ITS.
- Budiyanto, E. (2007). *Terminal*.
- Hoover, S. V. (1989). *Simulation: A Problem-Solving Approach*.
- Kramadibrata, S. (2001). *Perencanaan Pelabuhan*. Bandung: ITB.
- Law, A., & Kelton, W. (2000). *Simulation Modeling and Analysis*. Singapore: McGraw-Hill.
- Nur, H. I. (2013). *Model Optimasi Tata Letak Pelabuhan Curah Kering dengan Pendekatan Simulasi Diskrit (Studi Kasus : Pelabuhan Khusus PT Petrokimia Gresik)*. Surabaya: ITS Press.
- Pangestu, & Subagyo. (1985). *Dasar-Dasar Operation Research*. Yogyakarta.
- Rizkikurniadi, F. P. (2014). *Studi Pengurangan Dwelling Time Petikemas Impor Dengan Pendekatan Simulasi (Studi Kasus: Terminal Petikemas Surabaya)*.
- Sagian, P. (1987). *Penelitian Operasional*. Jakarta: UI.
- Tamin, O. Z. (2003). *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi Edisi ke 2*. Bandung: ITB.

## **LAMPIRAN**

LAMPIRAN 1 DATA ARUS PETIKEMAS TAHUN 2011-2016

LAMPIRAN 2 DWEELING TIME TAHUN 2016

LAMPIRAN 3 JARAK HAULAGE

LAMPIRAN 4 DATA WAKTU ANTAR KEDATANGAN KAPAL

LAMPIRAN 5 PERHITUNGAN VALIDASI BONGKAR DAN JUMLAH REPLIKASI

LAMPIRAN 6 PERHITUNGAN VALIDASI MUAT

LAMPIRAN 7 HASIL SIMULASI ARENA MODEL EKSISTING

LAMPIRAN 8 PENGECEKAN ADANYA ANTREAN

LAMPIRAN 9 HASIL SIMULASI ARENA PADA PETIKEMAS INDIRECT 50%

LAMPIRAN 10 HASIL SIMULASI ARENA SKENARIO 1

LAMPIRAN 11 HASIL SIMULASI ARENA SKENARIO 2

LAMPIRAN 12 HASIL SIMULASI ARENA SKENARIO 3

LAMPIRAN 13 HASIL SIMULASI ARENA SKENARIO 4

LAMPIRAN 14 HASIL SIMULASI ARENA SKENARIO 5

LAMPIRAN 15 PELUANG TERJADI ANTREAN PADA MASING-MASING SKENARIO

LAMPIRAN 16 PERHITUNGAN YOR KAPASITAS TERPASANG CY

LAMPIRAN 17 PERHITUNGAN DAYA TAMPUNG LAPANGAN PENUMPUKAN

LAMPIRAN 18 PERBANDINGAN HASIL SKENARIO

LAMPIRAN 19 PENGECEKAN ADANYA ANTREAN KETIKA THROUGHPUT

MENINGKAT 10%, 20%, DAN 30%

LAMPIRAN 20 HASIL SIMULASI ARENA KETIKA THROUGHPUT MENINGKAT 10%

LAMPIRAN 21 HASIL SIMULASI ARENA KETIKA THROUGHPUT MENINGKAT 20%

LAMPIRAN 22 HASIL SIMULASI ARENA KETIKA THROUGHPUT MENINGKAT 30%

LAMPIRAN 23 HASIL SIMULASI ARENA KETIKA THROUGHPUT MENINGKAT 10%

PADA PETIKEMAS INDIRECT 40%

LAMPIRAN 24 HASIL SIMULASI ARENA KETIKA THROUGHPUT MENINGKAT 20%

PADA PETIKEMAS INDIRECT 30%

LAMPIRAN 25 HASIL SIMULASI ARENA KETIKA THROUGHPUT MENINGKAT 30%  
PADA PETIKEMAS INDIRECT 30%

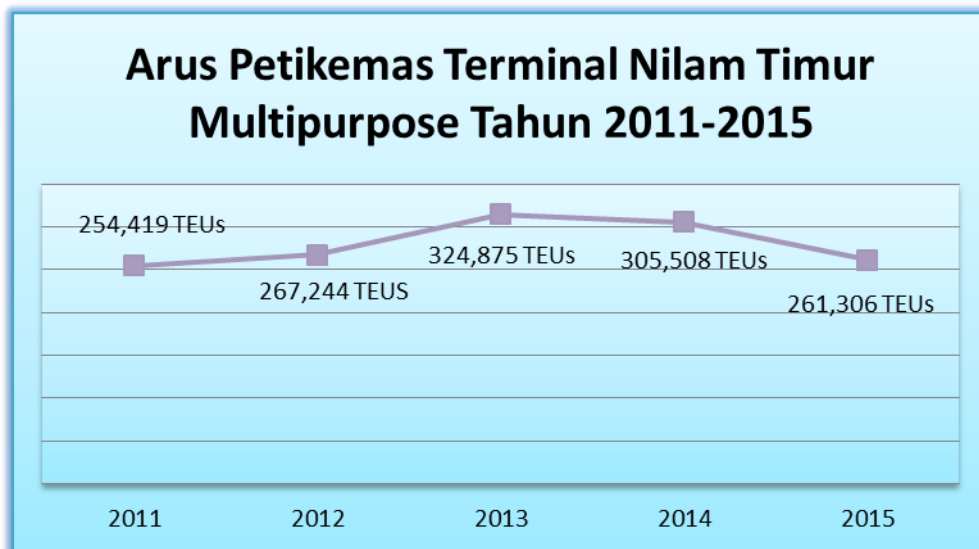
LAMPIRAN 26 PERBANDINGAN DAYA TAMPUNG MAKSIMUM PADA MODEL  
PENINGKATAN THROUGHPUT 10%, 20%, DAN 30%

LAMPIRAN 27 VERIVIKASI MODEL PERHITUNGAN THROUGHPUT DARI ARENA  
MENGUNAKAN EXCEL

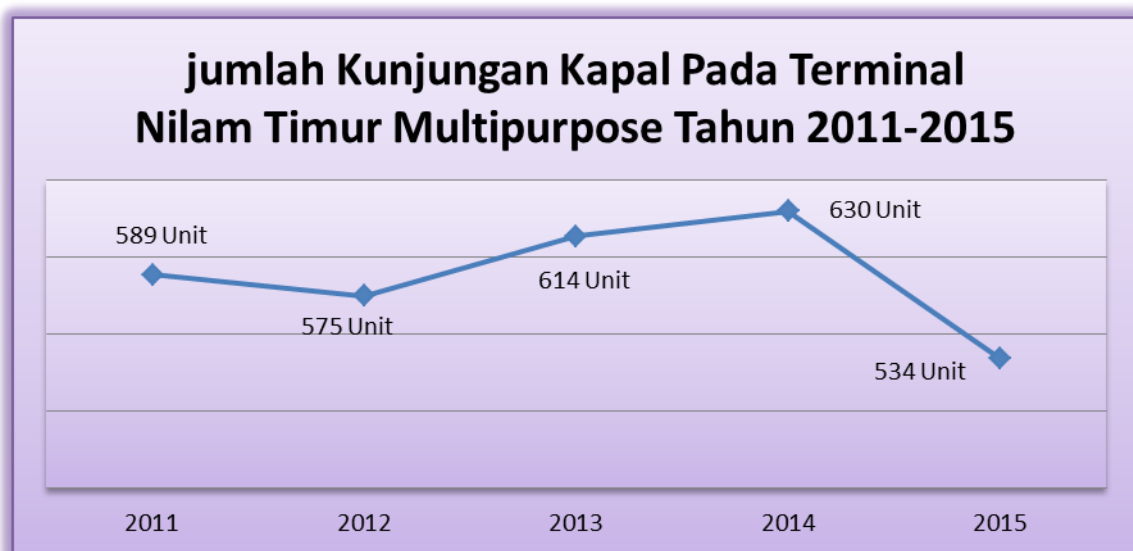
## LAMPIRAN 1 DATA ARUS PETIKEMAS TAHUN 2011-2016

2014				
Januari	12,822	10,305	23,127	53
Februari	9,769	11,620	21,389	48
Maret	13,385	14,123	27,508	55
April	12,699	11,847	24,546	58
Mei	12,321	12,495	24,816	51
Juni	14,625	14,694	29,319	54
Juli	10,967	9,614	20,581	43
Agustus	8,471	11,447	19,918	44
September	12,110	14,737	26,847	52
Oktober	13,179	14,960	28,139	53
Nopember	15,461	15,731	31,192	62
Desember	12,273	15,853	28,126	57
<b>Jumlah</b>	<b>148,082</b>	<b>157,426</b>	<b>305,508</b>	<b>630</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>12,340</b>	<b>13,118</b>	<b>25,459</b>	<b>52</b>
2015				
Januari	9,873	11,903	21,776	44
Februari	11,712	13,051	24,763	48
Maret	12,793	13,188	25,981	59
April	11,745	10,245	21,990	50
Mei	11,579	11,988	23,567	53
Juni	11,624	13,205	24,829	48
Juli	7,776	6,264	14,040	32
Agustus	11,908	9,667	21,575	38
September	11,235	10,808	22,043	38
Oktober	7,290	5,979	13,269	32
Nopember	12,252	9,675	21,927	42
Desember	14,638	10,908	25,546	50
<b>Jumlah</b>	<b>134,425</b>	<b>126,881</b>	<b>261,306</b>	<b>534</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>11,202</b>	<b>10,573</b>	<b>21,775</b>	<b>44</b>
2016				
Januari	12,760	10,254	23,014	56
Februari	12,547	11,280	23,827	51
Maret	14,702	12,823	27,525	62
April	9,779	12,134	21,913	53
Mei	10,169	8,129	18,298	41
Juni	12,910	13,062	25,972	52
Juli	7,130	7,417	14,547	37
Agustus	13,099	12,618	25,717	57
September	12,218	12,279	24,497	48
Oktober	13,140	13,811	26,951	58
Nopember	-	-	-	-
Desember	-	-	-	-
<b>Jumlah</b>	<b>118,454</b>	<b>113,807</b>	<b>232,261</b>	<b>515</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>107,042</b>	<b>11,110</b>	<b>22,812</b>	<b>50</b>

Bulan	Jumlah Petikemas		Total Arus Petikemas	Ship Call
	Bongkar (TEUs)	Muat (TEUs)		
2011				
Januari	10,189	8,559	18,748	42
Februari	8,366	9,184	17,550	46
Maret	11,120	10,358	21,478	49
April	11,896	10,814	22,710	54
Mei	12,092	10,525	22,617	59
Juni	11,027	9,595	20,622	54
Juli	11,753	12,491	24,244	61
Agustus	12,222	10,644	22,866	51
September	9,348	7,286	16,634	50
Oktober	11,848	12,497	24,345	46
Nopember	10,278	11,177	21,455	45
Desember	10,870	10,280	21,150	32
Jumlah	131,009	123,410	254,419	589
Rata-rata	10,917	10,284	21,201	49
2012				
Januari	11,928	10,170	22,098	54
Februari	9,009	8,807	17,816	36
Maret	12,416	9,950	22,366	50
April	13,004	9,736	22,740	51
Mei	12,822	8,440	21,262	56
Juni	12,423	8,928	21,351	48
Juli	13,644	11,146	24,790	49
Agustus	9,732	7,145	16,877	42
September	11,779	12,766	24,545	54
Oktober	12,614	11,019	23,633	46
Nopember	12,577	12,023	24,600	44
Desember	12,607	12,559	25,166	45
Jumlah	144,555	122,689	267,244	575
Rata-rata	12,046	10,224	22,270	47
2013				
Januari	13,498	11,225	24,723	52
Februari	13,096	12,505	25,601	50
Maret	14,704	11,343	26,047	50
April	14,505	10,541	25,046	57
Mei	13,832	11,671	25,503	59
Juni	13,661	11,501	25,162	51
Juli	15,972	14,251	30,223	54
Agustus	9,724	8,328	18,052	42
September	14,119	13,659	27,778	48
Oktober	12,381	14,338	26,719	45
Nopember	13,991	14,450	28,441	53
Desember	16,394	15,186	31,580	53
Jumlah	165,877	148,998	314,875	614
Rata-rata	13,823	12,416	26,239	51



Grafik 1 Perbandingan arus petikemas dari tahun 2011 sampai tahun 2015



Grafik 2 Perbandingan jumlah kunjungan kapal dari tahun 2011 sampai tahun 2015



LAMPIRAN 2 DWEELING TIME TAHUN 2016

BULAN	SIZE	TYPE	STATUS	BONGKAR			BONGKAR			RATA-RATA DWELLING TIME
				JML HARI	JML BOX	DWELLING TIME	JML HARI	JML BOX	DWELLING TIME	
JANUARI	20	DRY	FCL	1837	584	3	20995	7833	3	3
	20	DRY	MTY	5178	1430	4	35	16	2	3
	20	OVD	FCL	-	-	-	3	2	2	1
	20	RFR	FCL	-	-	-	27	16	2	1
	20	RFR	MTY	126	10	13	68	31	2	7
	20	TNK	FCL	3	2	2	11	8	1	1
	20	TNK	MTY	8	1	8	-	-	-	4
	40	DRY	FCL	72	19	4	69	32	2	3
	40	DRY	MTY	176	80	2	-	-	-	1
	40	FLT	FCL	-	-	-	2	1	2	1
	40	FLT	MTY	2	1	2	-	-	-	1
	40	HQ	FCL	242	72	3	2342	953	2	3
	40	HQ	MTY	499	111	5	23	16	1	3
	40	OVD	FCL	-	-	-	1	1	1	1
	40	RFR	FCL	-	-	-	9	3	3	2
	40	RFR	MTY	131	34	4	22	10	2	3
	TOTAL JANUARI			8274	2344	4	23607	8922	3	3
FEBRUARI	20	DRY	FCL	3094	982	3	28098	8843	3	3
	20	DRY	MTY	4009	1170	3	89	26	3	3
	20	HQ	FCL	-	-	-	3	1	3	2
	20	RFR	FCL	-	-	-	29	18	2	1
	20	RFR	MTY	13	7	2	44	19	2	2
	20	TNK	FCL	6	3	2	60	20	3	3
	20	TNK	MTY	7	2	4	7	1	7	5
	40	DRY	FCL	33	14	2	102	28	4	3
	40	DRY	MTY	140	44	3	1	1	1	2
	40	FLT	MTY	24	8	3	-	-	-	2
	40	HQ	FCL	716	190	4	3023	1015	3	3
	40	HQ	MTY	612	121	5	71	39	2	3
	40	OVD	FCL	-	-	-	4	4	1	1
	40	RFR	MTY	29	3	10	41	15	3	6
	TOTAL FEBRUARI			8683	2544	3	31572	10030	3	3
MARET	20	DRY	FCL	2452	756	3	25916	9594	3	3
	20	DRY	MTY	4254	1207	4	1	6	2	3
	20	OVD	FCL	-	-	-	2	2	1	1
	20	RFR	FCL	-	-	-	127	111	1	1
	20	RFR	MTY	102	37	3	75	35	2	2
	20	TNK	FCL	-	-	-	20	12	2	1
	20	TNK	MTY	3	2	2	-	-	-	1
	40	DRY	FCL	6	2	3	143	53	3	3
	40	DRY	MTY	91	48	2	6	2	3	2
	40	FLT	MTY	-	-	-	2	2	1	1
	40	HQ	FCL	242	87	3	3272	1141	3	3
	40	HQ	MTY	698	188	4	68	29	2	3
	40	OVD	FCL	-	-	-	14	11	1	1
	40	RFR	FCL	-	-	-	1	10	1	1
	40	RFR	MTY	1	1	1	38	38	2	2
	TOTAL MARET			7849	2328	2	29703	11027	3	3
APRIL	20	DRY	FCL	1741	624	3	26612	9669	3	3
	20	DRY	MTY	4547	640	7	26	10	3	5
	20	OVD	FCL	-	-	-	1	1	1	1
	20	RFR	FCL	9	4	2	172	139	1	2
	20	RFR	MTY	20	8	3	119	57	2	2
	20	TNK	FCL	-	-	-	11	7	2	1
	20	TNK	MTY	10	1	10	2	1	2	6
	40	DRY	FCL	2	1	2	96	30	3	3
	40	DRY	MTY	58	28	2	12	6	2	2
	40	FLT	MTY	-	-	-	5	1	5	3
	40	HQ	FCL	260	75	3	3327	1074	3	3
	40	HQ	MTY	1026	86	12	179	76	2	7
	40	OVD	FCL	-	-	-	10	6	2	1
	40	RFR	FCL	-	-	-	16	14	1	1
	40	RFR	MTY	-	-	-	63	30	2	1
	TOTAL APRIL			7673	1467	5	30652	11121	3	4

MEI	20	DRY	FCL	1011	427	2	15013	5682	3	3
	20	DRY	MTY	2084	894	2	31	18	2	2
	20	DRY	UC	2	1	2	-	-	-	1
	20	RFR	FCL	-	-	-	129	98	1	1
	20	RFR	MTY	28	19	1	52	27	2	2
	20	TNK	FCL	4	3	1	9	7	1	1
	20	TNK	MTY	11	3	4	-	-	-	2
	40	DRY	FCL	23	11	2	51	19	3	2
	40	DRY	MTY	154	77	2	-	-	-	1
	40	HQ	FCL	126	42	3	1803	701	3	3
	40	HQ	MTY	186	41	5	88	39	2	3
	40	OVD	FCL	-	-	-	2	2	1	1
	40	RFR	FCL	-	-	-	10	9	1	1
	40	RFR	MTY	-	-	-	41	18	2	1
	TOTAL MEI			3629	1518	2	17229	6620	3	3
JUNI	20	DRY	FCL	2265	728	3	24	9354	3	3
	20	DRY	MTY	2032	858	2	95	45	2	2
	20	OVD	FCL	-	-	-	4	2	2	1
	20	RFR	FCL	-	-	-	175	154	1	1
	20	RFR	MTY	21	8	3	48	19	3	3
	20	TNK	FCL	4	2	2	13	6	2	2
	20	TNK	MTY	4	2	2	-	-	-	1
	40	DRY	FCL	12	8	2	97	39	2	2
	40	DRY	MTY	64	29	2	-	-	-	1
	40	FLT	FCL	-	-	-	17	5	3	2
	40	HQ	FCL	264	87	3	3184	1221	3	3
	40	HQ	MTY	358	117	3	255	62	4	4
	40	OVD	FCL	-	-	-	19	15	1	1
	40	RFR	FCL	-	-	-	32	30	1	1
	40	RFR	MTY	12	2	6	61	33	2	4
	TOTAL JUNI			5036	1841	3	28224	10985	3	3
JULI	20	DRY	FCL	781	324	2	16626	5889	3	3
	20	DRY	MTY	4736	984	5	126	26	5	5
	20	OVD	FCL	-	-	-	1	1	1	1
	20	RFR	FCL	3	1	3	126	90	1	2
	20	RFR	MTY	5	3	2	157	39	4	3
	20	TNK	FCL	-	-	2	25	12	2	1
	40	DRY	FCL	-	-	2	157	56	3	1
	40	DRY	MTY	215	45	5	-	-	-	2
	40	FLT	FCL	-	-	2	5	1	5	3
	40	HQ	FCL	121	34	4	2097	735	3	3
	40	HQ	MTY	1167	122	10	235	59	4	7
	40	OVD	FCL	-	-	3	6	2	3	2
	40	RFR	FCL	-	-	-	33	26	1	1
	40	RFR	MTY	31	6	5	73	20	4	4
	TOTAL JULI			7059	1519	5	19667	6956	3	4
AGUSTUS	20	DRY	FCL	1960	612	3	31843	11727	3	3
	20	DRY	MTY	3037	1187	3	93	33	3	3
	20	FLT	FCL	-	-	-	1	1	1	1
	20	HQ	FCL	-	-	-	4	1	4	2
	20	OVD	FCL	-	-	-	3	2	1	1
	20	RFR	FCL	21	15	1	239	206	1	1
	20	RFR	MTY	84	26	3	142	92	2	2
	20	TNK	FCL	10	4	3	12	8	2	2
	40	DRY	FCL	19	15	1	149	54	3	2
	40	DRY	MTY	78	55	1	-	-	-	1
	40	FLT	FCL	-	-	-	1	1	1	1
	40	HQ	FCL	392	87	5	4178	1451	3	4
	40	HQ	MTY	379	102	4	206	90	2	3
	40	OVD	FCL	-	-	-	10	4	3	1
	40	RFR	FCL	12	5	2	52	48	1	2
	40	RFR	MTY	10	1	10	78	33	2	6
	TOTAL AGUSTUS			6002	2109	3	37010	13751	3	3

SEPTEMBER	20	DRY	FCL	2784	724	4	33259	10894	3	3
	20	DRY	MTY	2011	740	3	139	37	4	3
	20	FLT	FCL	-	-	-	1	1	1	1
	20	HQ	FCL	-	-	-	7	1	7	4
	20	OVD	FCL	-	-	-	4	4	1	1
	20	RFR	FCL	26	16	2	262	221	1	1
	20	RFR	MTY	20	13	2	42	27	2	2
	20	TNK	FCL	4	3	1	14	10	1	1
	20	TNK	MTY	-	-	-	16	2	8	4
	40	DRY	FCL	9	9	1	160	43	4	2
	40	DRY	MTY	66	44	2	-	-	-	1
	40	FLT	FCL	-	-	-	2	2	1	1
	40	HQ	FCL	305	91	3	4335	1362	3	3
	40	HQ	MTY	471	78	6	147	51	3	4
	40	OVD	FCL	-	-	-	15	9	2	1
	40	RFR	FCL	3	2	2	50	41	1	1
	40	RFR	MTY	57	3	19	67	28	2	11
	TOTAL SEPTEMBER			5756	1723	3	38520	12733	3	3
	TOTAL			59961	17393	3	256184	92145	3	3

### LAMPIRAN 3 JARAK HAULAGE

KE DARI	Tambatan 1	Tambatan 2	Gate Out	Blok Bongkar A	Blok Bongkar D	Blok Muat E	Blok Muat B	Blok Muat F	Blok Muat C
Tambatan 1		160	319	507	293	221	435	229	443
Tambatan 2	160		159	330	453	421	298	389	266
Gate In	202	362		305	91	123	337	155	369
Blok Bongkar A	490	330	91						
Blok Bongkar D	282	544	305						
Blok Muat E	250	512	337						
Blok Muat B	458	298	123						
Blok Muat F	218	480	369						
Blok Muat C	426	266	155						

Keterangan : satuan dalam meter

LAMPIRAN 4 DATA WAKTU ANTAR KEDATANGAN KAPAL

DATA KEDATANGAN DAN KEBERANGKATAN KAPAL BULAN SEPTEMBER																			
NO	NAMA KAPAL	LOA	BERTHING DATE	DEPARTURE DATE	INTERARRIVAL TIME		SERVICE TIME		MULAI KERJA	SELESAI KERJA	WAITING TIME1		ET		WAITING TIME2		DISC (TEUs)	LOAD (TEUs)	TOTAL (TEUs)
					Jam	Menit	Jam	Menit			Jam	Menit	Jam	Menit	Jam	Menit			
1	KM. TANTO FAJAR 3	98	8/31/16 6:35 PM	9/1/16 12:40 PM			18:05:00	1085	8/31/16 7:40 PM	9/1/16 11:15 AM	1:05:00	65	15:35:00	935	1:25:00	85	183	134	317
2	MERATUS SPIRIT 1	138.52	9/1/16 2:15 AM	9/2/16 3:05 AM	7:40:00	460	24:50:00	1490	9/1/16 4:00 AM	9/1/16 11:00 PM	1:45:00	105	19:00:00	1140	4:05:00	245	190	592	782
3	SINAR JEPARA	119	9/1/16 5:00 PM	9/2/16 7:17 AM	14:45:00	885	14:17:00	857	9/1/16 5:45 PM	9/2/16 2:10 AM	0:45:00	45	8:25:00	505	5:07:00	307	218	211	429
4	MERATUS TANGGUH 1	116	9/2/16 6:50 AM	9/3/16 12:40 PM	13:50:00	830	29:50:00	1790	9/2/16 8:15 AM	9/3/16 10:00 AM	1:25:00	85	25:45:00	1545	2:40:00	160	590	396	986
5	KM. TANTO SAYANG	116	9/2/16 5:36 PM	9/3/16 2:05 PM	10:46:00	646	20:29:00	1229	9/2/16 8:00 PM	9/3/16 12:05 PM	2:24:00	144	16:05:00	965	2:00:00	120	322	376	698
6	KM. MERATUS KUPANG	128.84	9/3/16 4:55 PM	9/4/16 9:50 AM	23:19:00	1399	16:55:00	1015	9/3/16 6:00 PM	9/4/16 4:33 AM	1:05:00	65	10:33:00	633	5:17:00	317	520	186	706
7	KM. MERATUS MINAHASA	150	9/4/16 10:30 AM	9/5/16 3:52 PM	17:35:00	1055	29:22:00	1762	9/4/16 11:27 AM	9/5/16 10:33 AM	0:57:00	57	23:06:00	1386	5:19:00	319	684	635	1319
8	KM. MERATUS BENOA	107	9/5/16 12:10 PM	9/5/16 11:50 PM	25:40:00	1540	11:40:00	700	9/5/16 1:00 PM	9/5/16 10:55 PM	0:50:00	50	9:55:00	595	0:55:00	55	358	113	471
9	KM. TANTO HAWARI	98	9/5/16 6:05 PM	9/6/16 11:55 AM	5:55:00	355	17:50:00	1070	9/5/16 7:00 PM	9/6/16 10:15 AM	0:55:00	55	15:15:00	915	1:40:00	100	220	142	362
10	KM. ARMADA PERMATA	129	9/6/16 3:05 AM	9/6/16 11:00 PM	9:00:00	540	19:55:00	1195	9/6/16 3:55 AM	9/6/16 9:15 PM	0:50:00	50	17:20:00	1040	1:45:00	105	515	302	817
11	SINAR JEPARA	119	9/6/16 9:50 PM	9/7/16 5:50 PM	18:45:00	1125	20:00:00	1200	9/6/16 10:30 PM	9/7/16 4:00 PM	0:40:00	40	17:30:00	1050	1:50:00	110	364	185	549
12	KM. AMAZON	157	9/7/16 1:32 AM	9/7/16 11:05 PM	3:42:00	222	21:33:00	1293	9/7/16 2:20 AM	9/7/16 9:15 PM	0:48:00	48	18:55:00	1135	1:50:00	110	286	626	912
13	KM. SELILI BARU	120	9/8/16 1:15 AM	9/9/16 9:40 AM	23:43:00	1423	32:25:00	1945	9/8/16 2:00 AM	9/9/16 5:30 AM	0:45:00	45	27:30:00	1650	4:10:00	250	78	382	460
14	KM. MERATUS KENDARI 1	121	9/8/16 4:15 AM	9/8/16 11:30 PM	3:00:00	180	19:15:00	1155	9/8/16 5:00 AM	9/8/16 9:15 PM	0:45:00	45	16:15:00	975	2:15:00	135	368	346	714
15	KM. MERATUS KALABAHI	130	9/9/16 3:15 AM	9/11/16 4:15 AM	23:00:00	1380	49:00:00	2940	9/9/16 3:50 AM	9/11/16 2:30 AM	0:35:00	35	46:40:00	2800	1:45:00	105	484	128	612
16	KM. TANTO RAYA	121	9/9/16 12:00 PM	9/10/16 4:00 PM	8:45:00	525	28:00:00	1680	9/9/16 2:00 PM	9/10/16 2:01 PM	2:00:00	120	24:01:00	1441	1:59:00	119	842	286	1128
17	SINAR JEPARA	119	9/11/16 7:30 AM	9/11/16 5:35 PM	43:30:00	2610	10:05:00	605	9/11/16 8:00 AM	9/11/16 3:50 PM	0:30:00	30	7:50:00	470	1:45:00	105	364	54	418
18	MERATUS MAMIRI	149.6	9/11/16 9:25 AM	9/13/16 1:00 AM	1:55:00	115	39:35:00	2375	9/11/16 9:30 AM	9/12/16 10:20 PM	0:05:00	5	36:50:00	2210	2:40:00	160	623	418	1041
19	KM. ARMADA PAPUA	141	9/12/16 3:30 PM	9/13/16 8:40 AM	30:05:00	1805	17:10:00	1030	9/12/16 4:15 PM	9/13/16 6:26 AM	0:45:00	45	14:11:00	851	2:14:00	134	362	377	739
20	KM. MERATUS MINAHASA	150	9/13/16 4:00 AM	9/14/16 2:00 AM	12:30:00	750	22:00:00	1320	9/13/16 5:40 AM	9/13/16 11:35 PM	1:40:00	100	17:55:00	1075	2:25:00	145	208	32	240
21	KM. BALI GIANYAR	98	9/13/16 7:15 PM	9/14/16 4:00 AM	15:15:00	915	8:45:00	525	9/13/16 8:00 PM	9/14/16 2:00 AM	0:45:00	45	6:00:00	360	2:00:00	120	98	143	241
22	KM. MERATUS PEKANBARU	118	9/14/16 6:00 AM	9/14/16 5:30 PM	10:45:00	645	11:30:00	690	9/14/16 8:00 AM	9/14/16 3:55 PM	2:00:00	120	7:55:00	475	1:35:00	95	542	56	598
23	SINAR JEPARA	119	9/14/16 7:58 AM	9/14/16 7:00 PM	1:58:00	118	11:02:00	662	9/14/16 8:40 AM	9/14/16 5:25 PM	0:42:00	42	8:45:00	525	1:35:00	95	323	205	528
24	KM. ARMADA PURNAMA	141	9/15/16 12:05 AM	9/16/16 6:57 AM	16:07:00	967	30:52:00	1852	9/15/16 1:00 AM	9/16/16 1:50 AM	0:55:00	55	24:50:00	1490	5:07:00	307	665	277	942
25	KM. MERATUS MINAHASA	150	9/15/16 2:30 AM	9/15/16 11:55 PM	2:25:00	145	21:25:00	1285	9/15/16 4:00 AM	9/15/16 9:16 PM	1:30:00	90	17:16:00	1036	2:39:00	159	324	383	707
26	KM. MERATUS PALEMBANG	117	9/16/16 2:10 AM	9/16/16 10:45 PM	23:40:00	1420	20:35:00	1235	9/16/16 4:05 AM	9/16/16 6:30 PM	1:55:00	115	14:25:00	865	4:15:00	255	424	367	791
27	KM. MERATUS KELIMUTU	129	9/16/16 9:20 AM	9/17/16 5:40 AM	7:10:00	430	20:20:00	1220	9/16/16 9:50 AM	9/17/16 3:05 AM	0:30:00	30	17:15:00	1035	2:35:00	155	615	429	1044
28	TANTO HORAS	98	9/17/16 1:00 AM	9/17/16 6:35 PM	15:40:00	940	17:35:00	1055	9/17/16 2:00 AM	9/17/16 4:58 PM	1:00:00	60	14:58:00	898	1:37:00	97	442	224	666
29	KM. MERATUS KAPUAS	120	9/17/16 10:00 AM	9/17/16 11:21 PM	9:00:00	540	13:21:00	801	9/17/16 10:40 AM	9/17/16 8:00 PM	0:40:00	40	9:20:00	560	3:21:00	201	188	68	256
30	SINAR JEPARA	119	9/19/16 1:15 AM	9/19/16 8:40 PM	39:15:00	2355	19:25:00	1165	9/19/16 2:15 AM	9/19/16 7:20 PM	1:00:00	60	17:05:00	1025	1:20:00	80	562	131	693
31	MERATUS MAMIRI	149.6	9/19/16 4:37 AM	9/20/16 12:46 PM	3:22:00	202	32:09:00	1929	9/19/16 5:30 AM	9/20/16 6:58 AM	0:53:00	53	25:28:00	1528	5:48:00	348	293	625	918
32	KM. ARMADA PERMATA	129	9/20/16 12:30 AM	9/21/16 3:20 AM	19:53:00	1193	26:50:00	1610	9/20/16 1:00 AM	9/21/16 1:25 AM	0:30:00	30	24:25:00	1465	1:55:00	115	464	393	857
33	KM. LUZON	157	9/20/16 2:15 PM	9/22/16 10:35 AM	13:45:00	825	44:20:00	2660	9/20/16 3:10 PM	9/22/16 6:20 AM	0:55:00	55	39:10:00	2350	4:15:00	255	68	689	757
34	KM. TANTO FAJAR 3	98	9/21/16 9:22 AM	9/22/16 8:00 AM	19:07:00	1147	22:38:00	1358	9/21/16 10:00 AM	9/22/16 5:30 AM	0:38:00	38	19:30:00	1170	2:30:00	150	762	160	922
35	KM. MERATUS PEKANBARU	118	9/22/16 11:12 AM	9/22/16 11:42 PM	25:50:00	1550	12:30:00	750	9/22/16 12:20 PM	9/22/16 9:30 PM	1:08:00	68	9:10:00	550	2:12:00	132	164	280	444
36	KM. MERATUS MINAHASA	150	9/22/16 12:45 PM	9/24/16 12:23 AM	1:33:00	93	35:38:00	2138	9/23/16 2:00 PM	9/23/16 6:50 PM	1:15:00	75	28:50:00	1730	5:33:00	333	386	321	707
37	KM. TANTO BAGUS	126.4	9/23/16 3:35 AM	9/24/16 5:31 PM	14:50:00	890	37:56:00	2276	9/23/16 8:40 AM	9/24/16 4:20 PM	5:05:00	305	31:40:00	1900	1:11:00	71	486	372	858
38	KM. MERATUS KALABAHI	130	9/24/16 1:06 AM	9/25/16 1:00 AM	21:31:00	1291	23:54:00	1434	9/24/16 2:00 AM	9/24/16 11:15 PM	0:54:00	54	21:15:00	1275	1:45:00	105	342	355	697
39	SINAR JEPARA	119	9/24/16 11:17 PM	9/25/16 9:35 AM	22:11:00	1331	10:18:00	618	9/24/16 11:30 PM	9/25/16 7:30 AM	0:13:00	13	8:00:00	480	2:05:00	125	542	199	741
40	TANTO HORAS	98	9/25/16 6:55 AM	9/26/16 1:00 AM	7:38:00	458	18:05:00	1085	9/25/16 11:05 AM	9/25/16 11:10 PM	4:05:00	245	12:10:00	730	1:50:00	110	336	202	538
41	KM. ARMADA PAPUA	141	9/25/16 12:20 PM	9/26/16 5:05 AM	5:25:00	325	16:45:00	1005	9/25/16 12:50 PM	9/26/16 2:00 AM	0:30:00	30	13:10:00	790	3:05:00	185	165	358	523
42	MERATUS MAMIRI	149.6	9/26/16 5:27 AM	9/28/16 5:00 AM	17:07:00	1027	47:33:00	2853	9/26/16 8:00 AM	9/28/16 1:50 AM	2:33:00	153	41:50:00	2510	3:10:00	190	286	571	857
43	KM. MERATUS KUPANG	128.84	9/26/16 6:46 AM	9/26/16 6:49 PM	1:19:00	79	12:03:00	723	9/26/16 8:00 AM	9/26/16 3:30 PM	1:14:00	74	7:30:00	450	3:19:00	199	494	86	580
44	ORIENTAL EMERALD EKS SHIM	150	9/26/16 11:48 PM	9/28/16 4:00 AM	17:02:00	1022	28:12:00	1692	9/27/16 1:45 AM	9/28/16 1:10 AM	1:57:00	117	23:25:00	1405	2:50:00	170	268	471	739
45	KM. TANTO FAJAR 3	98	9/28/16 5:36 AM	9/29/16 12:45 AM	29:48:00	1788	19:09:00	1149	9/28/16 6:15 AM	9/28/16 10:02 PM	0:39:00	39	15:47:00	947	2:43:00	163	108	159	267
46	SINAR JEPARA	119	9/28/16 2:48 PM	9/29/16 5:03 AM	9:12:00	552	14:15:00	855	9/28/16 4:00 PM	9/29/16 3:45 AM	1:12:00	72	11:45:00	705	1:18:00	78	771	184	955
47	KM. MERATUS MINAHASA	150	9/29/16 3:31 AM	9/30/16 6:20 PM	12:43:00	763	38:49:00	2329	9/29/16 4:00 PM	9/30/16 4:00 PM	0:29:00	29	36:00:00	2160	2:20:00	140	134	626	760
48	KM. ARMADA SERASI	120	9/30/16 3:28 AM	9/30/16 11:59 PM	23:57:00	1437	20:31:00	1231	9/30/16 9:00 AM	9/30/16 11:50 PM	5:32:00	332	14:50:00	890	0:09:00	9	388	24	412

**DATA KEDATANGAN DAN KEBERANGKATAN KAPAL BULAN OKTOBER**

NO	NAMA KAPAL	LOA	BERTHING DATE	DEPARTURE DATE	INTERARRIVAL TIME		SERVICE TIME		MULAI KERJA	SELESAI KERJA	WAITING TIME 1		ET		WAITING TIME2		DISC (TEUS)	LOAD (TEUS)	TOTAL (TEUS)
					Jam	Menit	Jam	Menit			Jam	Menit	Jam	Menit	Jam	Menit			
1	KM. MERATUS KELIMUTU	129	9/30/16 12:30 AM	10/1/16 2:08 PM			37:38:00	2258	9/30/16 1:00 AM	10/1/16 10:30 AM	0:30:00	30	33:30:00	2010	3:38:00	218	264	436	700
2	KM. MERATUS KAPUAS	120	9/30/16 9:50 PM	10/2/16 2:10 AM	21:20:00	1280	28:20:00	1700	10/1/16 12:30 AM	10/1/16 10:15 PM	2:40:00	160	21:45:00	1305	3:55:00	235	124	194	318
3	KM. ARMADA PURNAMA	141	10/1/16 3:48 PM	10/2/16 6:58 AM	17:58:00	1078	15:10:00	910	10/1/16 4:45 PM	10/2/16 4:45 AM	0:57:00	57	12:00:00	720	2:13:00	133	208	249	457
4	TANTO HORAS	98	10/2/16 5:15 AM	10/2/16 6:34 PM	13:27:00	807	13:19:00	799	10/2/16 5:40 AM	10/2/16 3:00 PM	0:25:00	25	9:20:00	560	3:34:00	214	317	156	473
5	KM. ARMADA PAPUA	141	10/2/16 1:22 PM	10/3/16 1:34 AM	8:07:00	487	12:12:00	732	10/2/16 2:00 PM	10/2/16 11:59 PM	0:38:00	38	9:59:00	599	1:35:00	95	424	34	458
6	SINAR JEPARA	119	10/3/16 2:45 PM	10/4/16 7:11 AM	25:23:00	1523	16:26:00	986	10/3/16 3:05 PM	10/4/16 6:10 AM	0:20:00	20	15:05:00	905	1:01:00	61	364	129	493
7	MERATUS SPIRIT 1	138.52	10/3/16 10:05 PM	10/5/16 1:49 AM	7:20:00	440	27:44:00	1664	10/3/16 10:45 PM	10/4/16 10:00 PM	0:40:00	40	23:15:00	1395	3:49:00	229	268	505	773
8	KM. MERATUS KEMPAR	120	10/4/16 6:25 PM	10/5/16 6:15 AM	20:20:00	1220	11:50:00	710	10/4/16 7:15 PM	10/5/16 2:52 AM	0:50:00	50	7:37:00	457	3:23:00	203	71	68	139
9	KM. VERIZON	146	10/5/16 8:20 AM	10/6/16 1:49 PM	13:55:00	835	29:29:00	1769	10/5/16 9:10 AM	10/6/16 11:15 AM	0:50:00	50	26:05:00	1565	2:34:00	154	347	651	998
10	KM. ARMADA PERMATA	129	10/5/16 3:30 PM	10/6/16 10:20 AM	7:10:00	430	18:50:00	1130	10/5/16 4:30 PM	10/6/16 6:45 AM	1:00:00	60	14:15:00	855	3:35:00	215	197	258	455
11	KM. TANTO BERKAT	120	10/6/16 12:20 PM	10/7/16 7:50 AM	20:50:00	1250	19:30:00	1170	10/6/16 1:10 PM	10/7/16 4:22 AM	0:50:00	50	15:12:00	912	3:28:00	208	368	124	492
12	KM. MERATUS MINAHASA	150	10/6/16 5:15 PM	10/8/16 2:45 AM	4:55:00	295	33:30:00	2010	10/6/16 5:40 PM	10/8/16 12:45 AM	0:25:00	25	31:05:00	1865	2:00:00	120	284	254	538
13	KM. MERATUS KEMPAR	120	10/7/16 10:17 AM	10/8/16 8:50 AM	17:02:00	1022	22:33:00	1353	10/7/16 1:00 PM	10/8/16 6:20 AM	2:43:00	163	17:20:00	1040	2:30:00	150	406	391	797
14	KM. MERATUS KALABAH	130	10/8/16 3:30 AM	10/8/16 7:27 PM	17:13:00	1033	15:57:00	957	10/8/16 4:15 AM	10/8/16 6:45 PM	0:45:00	45	14:30:00	870	0:42:00	42	684	368	1052
15	SINAR JEPARA	119	10/8/16 9:07 AM	10/8/16 8:58 PM	5:37:00	337	11:51:00	711	10/8/16 9:45 AM	10/8/16 7:00 PM	0:38:00	38	9:15:00	555	1:58:00	118	156	164	320
16	KM. SELILI BARU	120	10/9/16 3:00 AM	10/9/16 5:36 PM	17:53:00	1073	14:36:00	876	10/9/16 3:25 AM	10/9/16 3:45 PM	0:25:00	25	12:20:00	740	1:51:00	111	223	275	498
17	KM. ORIENTAL SAMUDRA	128	10/9/16 5:30 AM	10/9/16 7:23 PM	2:30:00	150	13:53:00	833	10/9/16 6:15 AM	10/9/16 5:44 PM	0:45:00	45	11:29:00	689	1:39:00	99	522	48	570
18	KM. MERATUS MALINO	150	10/9/16 9:00 PM	10/11/16 9:00 AM	15:30:00	930	36:00:00	2160	10/9/16 10:00 PM	10/11/16 6:36 AM	1:00:00	60	32:36:00	1956	2:24:00	144	366	356	722
19	KM. MERATUS KAPUAS	120	10/10/16 1:55 AM	10/10/16 1:33 PM	4:55:00	295	11:38:00	698	10/10/16 3:00 AM	10/10/16 11:15 AM	1:05:00	65	8:15:00	495	2:18:00	138	588	112	700
20	KM. ARMADA PAPUA	141	10/10/16 9:00 PM	10/11/16 2:40 PM	19:05:00	1145	17:40:00	1060	10/10/16 10:00 PM	10/11/16 12:15 PM	1:00:00	60	14:15:00	855	2:25:00	145	128	242	370
21	KM. HIJAU JELITA	127	10/11/16 12:15 PM	10/11/16 10:37 PM	15:15:00	915	10:22:00	622	10/11/16 1:00 PM	10/11/16 10:35 PM	0:45:00	45	9:35:00	575	0:02:00	2	240	88	328
22	KM. MERATUS KAPUAS	120	10/11/16 7:15 PM	10/12/16 9:16 AM	7:00:00	420	14:01:00	841	10/11/16 8:00 PM	10/12/16 6:10 AM	0:45:00	45	10:10:00	610	3:06:00	186	268	370	638
23	KM. MERATUS KELIMUTU	129	10/12/16 1:50 AM	10/12/16 2:43 PM	6:35:00	395	12:53:00	773	10/12/16 2:55 AM	10/12/16 12:15 PM	1:05:00	65	9:20:00	560	2:28:00	148	447	167	614
24	KM. PULAU HOKI	120	10/12/16 11:00 AM	10/13/16 5:45 AM	9:10:00	550	18:45:00	1125	10/12/16 1:00 PM	10/13/16 2:45 AM	2:00:00	120	13:45:00	825	3:00:00	180	118	275	393
25	KM. MERATUS MINAHASA	150	10/13/16 1:00 AM	10/14/16 4:24 PM	14:00:00	840	39:24:00	2364	10/13/16 2:00 AM	10/14/16 2:15 PM	1:00:00	60	36:15:00	2175	2:09:00	129	528	526	1054
26	SINAR JEPARA	119	10/13/16 12:00 PM	10/14/16 5:15 AM	11:00:00	660	17:15:00	1035	10/13/16 1:00 PM	10/14/16 3:30 AM	1:00:00	60	14:30:00	870	1:45:00	105	322	172	494
27	MERATUS BALIKPAPAN 1	122	10/14/16 12:26 PM	10/15/16 8:12 AM	24:26:00	1466	19:46:00	1186	10/14/16 1:00 PM	10/15/16 6:10 AM	0:34:00	34	17:10:00	1030	2:02:00	122	465	221	686
28	KM. MERATUS KELIMUTU	129	10/14/16 5:45 PM	10/15/16 1:00 PM	5:19:00	319	19:15:00	1155	10/14/16 7:00 PM	10/15/16 10:05 AM	1:15:00	75	15:05:00	905	2:55:00	175	286	453	739
29	KM. SELILI BARU	120	10/15/16 10:20 AM	10/16/16 3:00 AM	16:35:00	995	16:40:00	1000	10/15/16 11:30 AM	10/16/16 1:30 AM	1:10:00	70	14:00:00	840	1:30:00	90	453	230	683
30	KM. ARMADA PURNAMA	141	10/15/16 1:45 PM	10/16/16 7:37 AM	3:25:00	205	17:52:00	1072	10/15/16 2:15 PM	10/16/16 5:00 AM	0:30:00	30	14:45:00	885	2:37:00	157	166	168	334
31	KM. TANTO FAJAR 3	98	10/16/16 9:10 AM	10/16/16 9:29 PM	19:25:00	1165	12:19:00	739	10/16/16 10:10 AM	10/16/16 7:27 PM	1:00:00	60	9:17:00	557	2:02:00	122	336	146	482
32	KM. MERATUS MALINO	150	10/16/16 10:00 AM	10/17/16 1:04 PM	0:50:00	50	27:04:00	1624	10/16/16 10:20 AM	10/17/16 10:20 AM	0:20:00	20	24:00:00	1440	2:44:00	164	73	379	452
33	KM. ARMADA PAPUA	141	10/17/16 7:50 AM	10/17/16 8:53 PM	21:50:00	1310	13:03:00	783	10/17/16 8:30 AM	10/17/16 7:05 PM	0:40:00	40	10:35:00	635	1:48:00	108	203	102	305
34	SINAR JEPARA	119	10/18/16 2:00 AM	10/19/16 2:19 AM	18:10:00	1090	24:19:00	1459	10/18/16 3:00 AM	10/19/16 12:40 AM	1:00:00	60	21:40:00	1300	1:39:00	99	534	148	682
35	KM. MERATUS KALABAH	130	10/18/16 8:30 PM	10/19/16 12:12 PM	18:30:00	1110	15:42:00	942	10/19/16 12:15 AM	10/19/16 9:50 AM	3:45:00	225	9:35:00	575	2:22:00	142	162	126	288
36	KM. PULAU HOKI	120	10/19/16 8:20 AM	10/20/16 12:45 AM	11:50:00	710	16:25:00	985	10/19/16 9:00 AM	10/19/16 10:30 PM	0:40:00	40	13:30:00	810	2:15:00	135	218	235	453
37	KM. TANTO FAJAR 1	99	10/19/16 3:05 PM	10/20/16 1:05 AM	6:45:00	405	10:00:00	600	10/19/16 4:47 PM	10/19/16 11:37 PM	1:42:00	102	6:50:00	410	1:28:00	88	422	132	554
38	KM. MERATUS MINAHASA	150	10/20/16 7:40 AM	10/21/16 9:30 AM	16:35:00	995	25:50:00	1550	10/20/16 8:00 AM	10/21/16 6:45 AM	0:20:00	20	22:45:00	1365	2:45:00	165	211	302	513
39	KM. ARMADA PERMATA	129	10/21/16 3:16 AM	10/21/16 11:43 PM	19:36:00	1176	20:27:00	1227	10/21/16 5:35 AM	10/21/16 9:56 PM	2:19:00	139	16:21:00	981	1:47:00	107	738	256	994
40	KM. MERATUS KALABAH	130	10/21/16 2:00 PM	10/22/16 7:13 PM	10:44:00	644	29:13:00	1753	10/21/16 4:00 PM	10/22/16 5:00 PM	2:00:00	120	25:00:00	1500	2:13:00	133	313	86	399
41	KM. MERATUS KAPUAS	120	10/22/16 4:00 AM	10/22/16 7:07 PM	14:00:00	840	15:07:00	907	10/22/16 5:10 AM	10/22/16 4:15:									

## LAMPIRAN 5 PERHITUNGAN VALIDASI BONGKAR DAN JUMLAH REPLIKASI

Run = 31 hari

Replikasi	Real System (x)	Output Simulasi (y)	(x-y)
1	12,760	13718	(958)
2	12,547	10293	2,254
3	14,702	13959	743
4	9,779	9328	451
5	10,169	8575	1,594
6	12,910	9941	2,969
7	7,130	11015	(3,885)
8	13,099	8478	4,621
9	12,218	12275	(57)
10	13,140	11574	1,566
<b>Rataan</b>	<b>11,845</b>	<b>10,916</b>	<b>930</b>
<b>Std.Dev</b>	<b>2,194</b>	<b>1,963</b>	<b>2,318</b>
<b>n</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	
<b>n-1</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	

Welch's t-Interval

a 0.05  
 r 18.0  
 Tr,a/2 2.10092204  
 Hw 1,956  
 -1026.17 2885.77

Replikasi	Output Simulasi
1	13718
2	10293
3	13959
4	9328
5	8575
6	9941
7	11015
8	8478
9	12275
10	11574
<b>Rataan</b>	<b>10915.6</b>
<b>Std.Dev</b>	<b>1963.141485</b>

a 0.05  
 n 10  
 Tn-1,a/2 2.262157

Perhitungan Replikasi

Halfwidth 1404.346818  
 a 0.05  
 n 10  
 Z1-a/2 1.96  
 n' 7.507003087  
 n' 8

## LAMPIRAN 6 PERHITUNGAN VALIDASI MUAT

Run = 31 hari

Replikasi	Real System (x)	Output Simulasi (y)	(x-y)
1	10,254	11234	(980)
2	11,280	9549	1,731
3	12,823	11268	1,555
4	12,134	10177	1,957
5	8,129	11511	(3,382)
6	13,062	8358	4,704
7	7,417	10475	(3,058)
8	12,618	10355	2,263
9	12,279	12635	(356)
10	13,811	10621	3,190
<b>Rataan</b>	<b>11,381</b>	<b>10,618</b>	<b>762</b>
<b>Std.Dev</b>	<b>2,142</b>	<b>1,164</b>	<b>2,640</b>
<b>n</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	
<b>n-1</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	

Welch's t-Interval

a	0.05	
r	14.00	
Tr,a/2	2.144786688	
Hw	1,653	
	-891.00	2415.80



# LAMPIRAN 7 HASIL SIMULASI ARENA MODEL EKSISTING

Utilitas Alat				Arus Petikemas		
Alat	Utilitas (%) /bulan	Waktu Realisasi Bekerja (jam/bulan)	Waktu Tersedia (jam/bulan)	Total Bongkar	10916	TEUs/bulan
Crane 1	36%	232	651	Total Muat	10619	TEUs/bulan
Crane 2	35%	230	651	Jumlah	21535	TEUs/bulan
Crane 3	25%	162	651	Jumlah Kedatangan Kapal		
Crane 4	25%	160	651	Tambatan 1	19	Unit/bulan
Rata-rata	30%			Tambatan 2	14	Unit/bulan
RTG Blok A & D	13%	83	651	Total	33	Unit/bulan
RTG Blok B	7%	48	651			
RTG Blok C	23%	149	651			
RTG Blok E	19%	125	651			
RTG Blok F	76%	493	651			
Rata-rata	28%					

Arus Petikemas Pada Lapangan Penumpukan			Rata-Rata Waktu Pelayanan Kapal		
Blok A	1001	TEUs/bulan	Tambatan 1	30.84	Jam/Kapal
Blok B	834	TEUs/bulan	Tambatan 2	30.84	Jam/Kapal
Blok C	2058	TEUs/bulan	Rata-Rata	30.84	Jam/Kapal
Blok D	0	TEUs/bulan			
Blok E	1776	TEUs/bulan			
Blok F	5951	TEUs/bulan	Dwelling Time/bulan		
Total Blok Bongkar	1001	TEUs/bulan	Rata-rata	75.18	Jam/TEUs
Total Blok Muat	10618	TEUs/bulan			
Total Kapasitas Terpakai /bulan	Total Kapasitas Terpasang /bulan	YOR/bulan			
11619	118575	30.70%			

## LAMPIRAN 8 PENGECEKAN ADANYA ANTREAN

BONGKAR										
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Replikasi 4	Replikasi 5	Replikasi 6	Replikasi 7	Replikasi 8	Replikasi 9	Replikasi 10
20% (TEUs)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Waktu (Jam)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30% (TEUs)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Waktu (Jam)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40% (TEUs)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Waktu (Jam)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50% (TEUs)	1632	0	0	0	1587	0	1269	0	4258	0
Waktu (Jam)	162.68	0	0	0	189.72	0	108	0	600.94	0
60% (TEUs)	5661	0	1175	0	2218	0	0	5199	2586	4342
Waktu (Jam)	520.11	0	74.69	0	256.36	0	0	584.13	264.04	392.06
70% (TEUs)	1235	0	1176	2165	1330	1961	1175	1175	1239	0
Waktu (Jam)	119.35	0	102.24	201.87	136.83	201.66	65.21	81.09	110.14	0
80% (TEUs)	1175	1175	1175	1650	1353	0	1176	1176	1175	1176
Waktu (Jam)	98.9	104.91	90.68	179.3	134.99	0	104.48	105.59	95.84	110.67
90% (TEUs)	1176	1176	0	2279	2013	2053	1176	1176	1228	0
Waktu (Jam)	100.58	103.1	0	185.27	223.53	228.7	104.55	105.99	109.85	0
100% (TEUs)	1176	1737	1175	1175	0	0	4439	1175	1175	0
Waktu (Jam)	100.58	115.43	57.62	65.28	0	0	399.7	77.1	98.88	0

MUAT										
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Replikasi 4	Replikasi 5	Replikasi 6	Replikasi 7	Replikasi 8	Replikasi 9	Replikasi 10
20% (TEUs)	7315	0	5063	8620	7267	0	7948	5048	9566	10397
Waktu (Jam)	286.71	0	227.06	449.21	436.19	0	331.35	208.33	577.6	581.27
30% (TEUs)	6671	5421	5552	6146	5546	8491	6757	6138	0	6120
Waktu (Jam)	255.58	257.4	268.78	263.97	257.11	480.96	323.22	230.42	0	255.66
40% (TEUs)	7084	0	8261	5152	4741	5295	7113	8785	8591	0
Waktu (Jam)	244.92	0	375.84	212.15	200.54	215.36	299.38	369.98	385.45	0
50% (TEUs)	10500	5253	3623	7983	5923	3628	8571	7123	7493	6124
Waktu (Jam)	516.36	233.61	91.2	358.09	266	90.58	480.95	313.63	581.84	238.03
60% (TEUs)	9374	8177	4496	8088	9396	4396	5029	8012	6683	4165
Waktu (Jam)	577.75	462.83	180.64	555.66	560.18	202.13	183.26	465.19	397.62	133.02
70% (TEUs)	4376	5390	4388	5672	4368	3875	4966	6873	11033	5712
Waktu (Jam)	120.7	292.7	201.06	238.31	220.41	112.1	212.1	357.69	615.98	296.84
80% (TEUs)	6063	4247	3396	5221	5340	5726	5679	4888	3605	4901
Waktu (Jam)	332.85	159.92	111.94	205.36	222.04	331.94	280.97	217.81	102.3	205.28
90% (TEUs)	4214	3900	3628	4715	8310	0	3184	4498	5021	3889
Waktu (Jam)	154.65	191.23	200.88	309.73	479.31	0	99.64	261.24	271.79	133.97
100% (TEUs)	5211	4528	3361	4572	7995	3879	3184	4288	6560	3176
Waktu (Jam)	340.37	294.23	122.2	266.1	507.13	153.24	70.1	265.11	400.75	113.85

[illegible]

LAMPIRAN 9 HASIL SIMULASI ARENA PADA PETIKEMAS INDIRECT 50%

Utilitas Alat				Arus Petikemas/bulan		
Alat	Utilitas (%) /bulan	Waktu Realisasi Bekerja (jam/bulan)	Waktu Tersedia (jam/bulan)	Total Bongkar	9137	TEUs/bulan
Crane 1	33%	216	651	Total Muat	10807	TEUs/bulan
Crane 2	33%	214	651	Jumlah	19944	TEUs/bulan
Crane 3	23%	148	651	Jumlah Kedatangan Kapal/bulan		
Crane 4	23%	146	651	Tambatan 1	18	Unit/bulan
<b>Rata-rata</b>	<b>28%</b>			Tambatan 2	12	Unit/bulan
RTG Blok A & D	61%	397	651	Total	30	Unit/bulan
RTG Blok B	7%	46	651			
RTG Blok C	23%	148	651			
RTG Blok E	12%	80	651			
RTG Blok F	84%	544	651			
<b>Rata-rata</b>	<b>37%</b>					

Arus Petikemas Pada Lapangan Penumpukan			Rata-Rata Waktu Pelayanan Kapal		
Blok A	4442	TEUs/bulan	Tambatan 1	33.70	Jam/Kapal
Blok B	864	TEUs/bulan	Tambatan 2	35.94	Jam/Kapal
Blok C	2068	TEUs/bulan	Rata-rata	34.82	Jam/Kapal
Blok D	447	TEUs/bulan			
Blok E	1246	TEUs/bulan			
Blok F	6629	TEUs/bulan	Dwelling Time/bulan		
Total Arus Blok Bongkar	4889	TEUs/bulan	Rata-rata	86.78	Jam/TEUs
Total Arus Blok Muat	10807	TEUs/bulan			
			Waktu Timbun Blok Bongkar		
<b>Total Kapasitas Terpakai /bulan</b>	<b>Total Kapasitas Terpasang /bulan</b>	<b>YOR/bulan</b>	Rata-rata	73.5	Jam/TEUs
15695	118575	47.86%	Waktu Timbun Blok Muat		
			Rata-rata	77.58	Jam/TEUs

LAMPIRAN 10 HASIL SIMULASI ARENA SKENARIO 1

Utilitas Alat				Arus Petikemas/bulan		
Alat	Total Utilitas (%) /bulan	Waktu Realisasi Bekerja (jam/bulan)	Waktu Tersedia (jam/bulan)	Total Bongkar	9901	TEUs/bulan
Crane 1	31%	204	651	Total Muat	11643	TEUs/bulan
Crane 2	31%	203	651	Jumlah	21544	TEUs/bulan
Crane 3	29%	187	651	Jumlah Kedatangan Kapal/bulan		
Crane 4	29%	185	651	Tambahan 1	17	Unit/bulan
<b>Rata-rata</b>	<b>30%</b>			Tambahan 2	16	Unit/bulan
RTG Blok A & D	66%	432	651	Total	33	Unit/bulan
RTG Blok B	11%	73	651			
RTG Blok C	45%	295	651			
RTG Blok E	10%	65	651			
RTG Blok F	68%	445	651			
<b>Rata-rata</b>	<b>40%</b>					

Arus Petikemas Pada Lapangan Penumpukan			Rata-Rata Waktu Pelayanan Kapal		
Blok A	4835	TEUs/bulan	Tambahan 1	34.18	Jam/Kapal
Blok B	1177	TEUs/bulan	Tambahan 2	35.30	Jam/Kapal
Blok C	3781	TEUs/bulan	Rata-rata	34.74	Jam/Kapal
Blok D	342	TEUs/bulan			
Blok E	1077	TEUs/bulan			
Blok F	5608	TEUs/bulan	Dwelling Time/bulan		
Total Arus Blok Bongkar	5177	TEUs/bulan	Rata-rata	62.62	Jam/TEUs
Total Arus Blok Muat	11643	TEUs/bulan			
			Waktu Timbun Blok Bongkar		
<b>Total Kapasitas Terpakai /bulan</b>	<b>Total Kapasitas Terpasang /bulan</b>	<b>YOR/bulan</b>	Rata-rata	48	Jam/TEUs
16820	118575	37.01%	Waktu Timbun Blok Muat		
			Rata-rata	66.48	Jam/TEUs

# LAMPIRAN 11 HASIL SIMULASI ARENA SKENARIO 2

Utilitas Alat				Arus Petikemas/bulan		
Alat	Total Utilitas (%) /bulan	Waktu Realisasi Bekerja (jam/bulan)	Waktu Tersedia (jam/bulan)	Total Bongkar	10238	TEUs/bulan
Crane 1	37%	239	651	Total Muat	10636	TEUs/bulan
Crane 2	36%	237	651	Jumlah	20874	TEUs/bulan
Crane 3	21%	134	651	Jumlah Kedatangan Kapal/bulan		
Crane 4	20%	133	651	Tambahan 1	20	Unit/bulan
Rata-rata	29%			Tambahan 2	11	Unit/bulan
RTG Blok A & D	68%	442	651	Total	31	Unit/bulan
RTG Blok B	10%	65	651			
RTG Blok C	25%	165	651			
RTG Blok E	13%	81	651			
RTG Blok F	75%	489	651			
Rata-rata	38%					

Arus Petikemas Pada Lapangan Penumpukan			Rata-Rata Waktu Pelayanan Kapal		
Blok A	5044	TEUs/bulan	Tambahan 1	31.14	Jam/Kapal
Blok B	1084	TEUs/bulan	Tambahan 2	34.99	Jam/Kapal
Blok C	2265	TEUs/bulan	Rata-rata	33.06	Jam/Kapal
Blok D	242	TEUs/bulan			
Blok E	1274	TEUs/bulan			
Blok F	6013	TEUs/bulan	Dwelling Time/bulan		
Total Arus Blok Bongkar	5287	TEUs/bulan	Rata-rata	41.04	Jam/TEUs
Total Arus Blok Muat	10636	TEUs/bulan			
			Waktu Timbun Blok Bongkar		
Total Kapasitas Terpakai /bulan	Total Kapasitas Terpasang /bulan	YOR/bulan	Rata-rata	24	Jam/TEUs
15922	118575	22.96%	Waktu Timbun Blok Muat		
			Rata-rata	75.50	Jam/TEUs

LAMPIRAN 12 HASIL SIMULASI ARENA SKENARIO 3

Utilitas Alat				Arus Petikemas/bulan		
Alat	Utilitas (%) /bulan	Waktu Realisasi Bekerja (jam/bulan)	Waktu Tersedia (jam/bulan)	Total Bongkar	10004	TEUs/bulan
Crane 1	35%	229	651	Total Muat	11108	TEUs/bulan
Crane 2	35%	228	651	Jumlah	21112	TEUs/bulan
Crane 3	24%	158	651	Jumlah Kedatangan Kapal/bulan		
Crane 4	24%	157	651	Tambahan 1	19	Unit/bulan
Rata-rata	30%			Tambahan 2	13	Unit/bulan
RTG Blok A & D	67%	435	651	Total	32	Unit/bulan
RTG Blok B	9%	60	651			
RTG Blok C	31%	201	651			
RTG Blok E	9%	60	651			
RTG Blok F	80%	520	651			
Rata-rata	39%					

Arus Petikemas Pada Lapangan Penumpukan			Rata-Rata Waktu Pelayanan Kapal		
Blok A	4849	TEUs/bulan	Tambahan 1	33.17	Jam/Kapal
Blok B	1019	TEUs/bulan	Tambahan 2	35.60	Jam/Kapal
Blok C	2689	TEUs/bulan	Rata-rata	34.38	Jam/Kapal
Blok D	493	TEUs/bulan			
Blok E	1022	TEUs/bulan			
Blok F	6378	TEUs/bulan	Dwelling Time/bulan		
Total Arus Blok Bongkar	5342	TEUs/bulan	Rata-rata	89.13	Jam/TEUs
Total Arus Blok Muat	11108	TEUs/bulan			
			Waktu Timbun Blok Bongkar		
			Rata-rata	73.5	Jam/TEUs
			Waktu Timbun Blok Muat		
			Rata-rata	77.43	Jam/TEUs
Total Kapasitas Terpakai /bulan					
Total Kapasitas Terpasang /bulan					
YOR/bulan					
16450	118575	51.52%			

# LAMPIRAN 13 HASIL SIMULASI ARENA SKENARIO 4

Utilitas Alat				Arus Petikemas/bulan		
Alat	Total Utilitas (%) /bulan	Waktu Realisasi Bekerja (jam/bulan)	Waktu Tersedia (jam/bulan)	Total Bongkar	10680	TEUs/bulan
Crane 1	33%	214	651	Total Muat	11003	TEUs/bulan
Crane 2	33%	213	651	Jumlah	21683	TEUs/bulan
Crane 3	28%	179	651	Jumlah Kedatangan Kapal/bulan		
Crane 4	27%	177	651	Tambatan 1	17	Unit/bulan
Rata-rata	30%			Tambatan 2	14	Unit/bulan
RTG Blok A & D	71%	461	651	Total	31	Unit/bulan
RTG Blok B	6%	39	651			
RTG Blok C	21%	139	651			
RTG Blok E	15%	95	651			
RTG Blok F	80%	522	651			
Rata-rata	39%					

Arus Petikemas Pada Lapangan Penumpukan			Rata-Rata Waktu Pelayanan Kapal		
Blok A	5189	TEUs/bulan	Tambatan 1	35.47	Jam/Kapal
Blok B	785	TEUs/bulan	Tambatan 2	34.57	Jam/Kapal
Blok C	1901	TEUs/bulan	Rata-rata	35.02	Jam/Kapal
Blok D	404	TEUs/bulan			
Blok E	1429	TEUs/bulan			
Blok F	6887	TEUs/bulan	Dwelling Time/bulan		
Total Arus Blok Bongkar	5593	TEUs/bulan	Rata-rata	69.94	Jam/TEUs
Total Arus Blok Muat	11002	TEUs/bulan			
			Waktu Timbun Blok Bongkar		
Total Kapasitas Terpakai /bulan	Total Kapasitas Terpasang /bulan	YOR/bulan	Rata-rata	48	Jam/TEUs
16595	118575	40.78%	Waktu Timbun Blok Muat		
			Rata-rata	69.91	Jam/TEUs

LAMPIRAN 14 HASIL SIMULASI ARENA SKENARIO 5

Utilitas Alat				Arus Petikemas/bulan		
Alat	Utilitas (%) /bulan	Waktu Realisasi Bekerja (jam/bulan)	Waktu Tersedia (jam/bulan)	Total Bongkar	11230	TEUs/bulan
Crane 1	35%	226	651	Total Muat	11554	TEUs/bulan
Crane 2	34%	224	651	Jumlah	22784	TEUs/bulan
Crane 3	29%	187	651	Jumlah Kedatangan Kapal/bulan		
Crane 4	29%	186	651	Tambatan 1	18	Unit/bulan
Rata-rata	32%			Tambatan 2	14	Unit/bulan
RTG Blok A & D	75%	486	651	Total	32	Unit/bulan
RTG Blok B	10%	64	651			
RTG Blok C	30%	192	651			
RTG Blok E	14%	92	651			
RTG Blok F	81%	524	651			
Rata-rata	42%					

Arus Petikemas Pada Lapangan Penumpukan			Rata-Rata Waktu Pelayanan Kapal		
Blok A	5463	TEUs/bulan	Tambatan 1	32.13	Jam/Kapal
Blok B	1094	TEUs/bulan	Tambatan 2	34.64	Jam/Kapal
Blok C	2585	TEUs/bulan	Rata-rata	33.39	Jam/Kapal
Blok D	318	TEUs/bulan			
Blok E	1385	TEUs/bulan			
Blok F	6490	TEUs/bulan	Dwelling Time/bulan		
Total Arus Blok Bongkar	5781	TEUs/bulan	Rata-rata	49.05	Jam/TEUs
Total Arus Blok Muat	11554	TEUs/bulan			
			Waktu Timbun Blok Bongkar		
			Rata-rata	24	Jam/TEUs
			Waktu Timbun Blok Muat		
			Rata-rata	68.56	Jam/TEUs
Total Kapasitas Terpakai /bulan	Total Kapasitas Terpasang /bulan	YOR/bulan			
17334	118575	29.88%			



## LAMPIRAN 15 PELUANG TERJADI ANTREAN PADA MASING-MASING SKENARIO

Waktu Timbun 48 Jam										
Peluang Terjadi Antrean Pada Blok Bongkar										
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Replikasi 4	Replikasi 5	Replikasi 6	Replikasi 7	Replikasi 8	Replikasi 9	Replikasi 10
50% (TEUs)	0	1914	1908	0	0	0	0	0	0	0
Waktu (Jam)	0	257.79	148.9	0	0	0	0	0	0	0
Waktu Timbun 24 Jam										
Peluang Terjadi Antrean Pada Blok Bongkar										
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Replikasi 4	Replikasi 5	Replikasi 6	Replikasi 7	Replikasi 8	Replikasi 9	Replikasi 10
50% (TEUs)	0	0	3511	0	0	0	0	0	0	0
Waktu (Jam)	0	0	278.9	0	0	0	0	0	0	0
Penambahan 4 Truk										
Peluang Terjadi Antrean Pada Blok Bongkar										
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Replikasi 4	Replikasi 5	Replikasi 6	Replikasi 7	Replikasi 8	Replikasi 9	Replikasi 10
50% (TEUs)	1746	0	1176	1984	0	1199	2084	6639	1883	1175
Waktu (Jam)	164	0	102.22	208.97	0	106.27	183.31	623.38	183.93	95
Waktu Timbun 48 Jam dan Penambahan 4 Truk										
Peluang Terjadi Antrean Pada Blok Bongkar										
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Replikasi 4	Replikasi 5	Replikasi 6	Replikasi 7	Replikasi 8	Replikasi 9	Replikasi 10
50% (TEUs)	1988	0	3194	0	6139	0	2547	0	5524	2375
Waktu (Jam)	175.19	0	273.27	0	596.28	0	211.71	0	601.9	184.54
Waktu Timbun 24 Jam dan Penambahan 4 Truk										
Peluang Terjadi Antrean Pada Blok Bongkar										
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Replikasi 4	Replikasi 5	Replikasi 6	Replikasi 7	Replikasi 8	Replikasi 9	Replikasi 10
50% (TEUs)	3532	0	0	0	0	0	2144	0	0	0
Waktu (Jam)	308.19	0	0	0	0	0	157.16	0	0	0
Waktu Timbun 48 Jam										
Peluang Terjadi Antrean Pada Blok Muat										
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Replikasi 4	Replikasi 5	Replikasi 6	Replikasi 7	Replikasi 8	Replikasi 9	Replikasi 10
50% (TEUs)	8654	0	3735	6312	9734	5413	0	3719	4764	8535
Waktu (Jam)	500.4	0	94.25	261.32	602.36	253.12	0	95.11	176.07	415.53
Waktu Timbun 24 Jam										
Peluang Terjadi Antrean Pada Blok Muat										
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Replikasi 4	Replikasi 5	Replikasi 6	Replikasi 7	Replikasi 8	Replikasi 9	Replikasi 10
50% (TEUs)	11110	5712	4157	9116	5879	4630	4887	6018	3431	6069
Waktu (Jam)	536.26	285.47	116.95	380.22	220.34	171.51	218.19	272.21	83.25	210.95
Penambahan 4 Truk										
Peluang Terjadi Antrean Pada Blok Muat										
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Replikasi 4	Replikasi 5	Replikasi 6	Replikasi 7	Replikasi 8	Replikasi 9	Replikasi 10
50% (TEUs)	12616	6893	8234	6564	10592	4968	5264	9429	6192	8037
Waktu (Jam)	614.97	382.44	453.78	319.11	566.59	175.91	241.89	603.27	292.06	402.04
Waktu Timbun 48 Jam dan Penambahan 4 Truk										
Peluang Terjadi Antrean Pada Blok Muat										
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Replikasi 4	Replikasi 5	Replikasi 6	Replikasi 7	Replikasi 8	Replikasi 9	Replikasi 10
50% (TEUs)	6260	0	7259	3467	5816	6051	4292	6864	4543	6196
Waktu (Jam)	220.17	0	371.98	68.55	285	294.69	125.13	284.55	227.1	187.56
Waktu Timbun 24 Jam dan Penambahan 4 Truk										
Peluang Terjadi Antrean Pada Blok Muat										
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Replikasi 4	Replikasi 5	Replikasi 6	Replikasi 7	Replikasi 8	Replikasi 9	Replikasi 10
50% (TEUs)	3974	6455	6733	4126	7631	5367	7976	10582	4889	3488
Waktu (Jam)	92	307.31	407.42	86.98	503.64	176.25	438.98	618.15	179.28	72.62

LAMPIRAN 16 PERHITUNGAN YOR KAPASITAS TERPASANG CY

Lokasi	Slot	Row	Tier	Kapabilitas Terpasang	
	(TEUs)	(TEUs)	(TEUs)	TEUs	TEUS/Bulan
Blok A	27	5	5	675	20925
Blok B	27	5	5	675	20925
Blok C	27	5	5	675	20925
Blok D	20	5	5	500	15500
Blok E	26	5	5	650	20150
Blok F	26	5	5	650	20150
			Total Kapabilitas Terpasang Blok Bongkar		
					1175
			Total Kapabilitas Terpasang Blok Muat		
					2650
			Total Kapabilitas Terpasang		
					3825
					118575

Perbandingan Nilai YOR				
Kondisi	Kapabilitas Terpakai		Kapabilitas Terpasang	YOR
	Blok Bongkar Teus/Bulan	Blok Muat Teus/Bulan	Teus/Bulan	(%/bulan)
Petikemas Indirect 50%	4889	10807	32,793	47.86%
Skenario 1	5177	11643	45,448	37.01%
Skenario 2	5287	10636	69,351	22.96%
Skenario 3	5342	11108	31,929	51.52%
Skenario 4	5593	11002	40,690	40.78%
Skenario 5	5781	11554	58,016	29.88%

## LAMPIRAN 17 PERHITUNGAN DAYA TAMPUNG LAPANGAN PENUMPUKAN

Daya Tampung Maksimum Blok Bongkar (TEUs/bulan)					
Kondisi	WT (Waktu Timbun)		VK (Volum Keluar(TEUs/bulan))	Volume CY (TEUs)	Daya Tampung (TEUs/Bulan)
	Jam	Hari	(Vcy x T (Hari))/WT	Vcy	VK + Vcy
Petikemas Indirect 50%	73.5	3.1	11894	1175	13069
Skenario 1	48	2	18213	1175	19388
Skenario 2	24	1	36425	1175	37600
Skenario 3	73.5	3.1	11894	1175	13069
Skenario 4	48	2	18213	1175	19388
Skenario 5	24	1	36425	1175	37600

Daya Tampung Maksimum Blok Muat (TEUs/bulan)					
Kondisi	WT (Waktu Timbun)		VK (Volum Keluar(TEUs/bulan))	Volume CY (TEUs)	Daya Tampung (TEUs/Bulan)
	Jam	Hari	(Vcy x T (Hari))/WT	Vcy	VK + Vcy
Petikemas Indirect 50%	77.58	3.23	25413	2650	28063
Skenario 1	66.48	2.77	29655	2650	32305
Skenario 2	75.50	3.15	26115	2650	28765
Skenario 3	77.43	3.23	25465	2650	28115
Skenario 4	69.91	2.91	28202	2650	30852
Skenario 5	68.56	2.86	28756	2650	31406

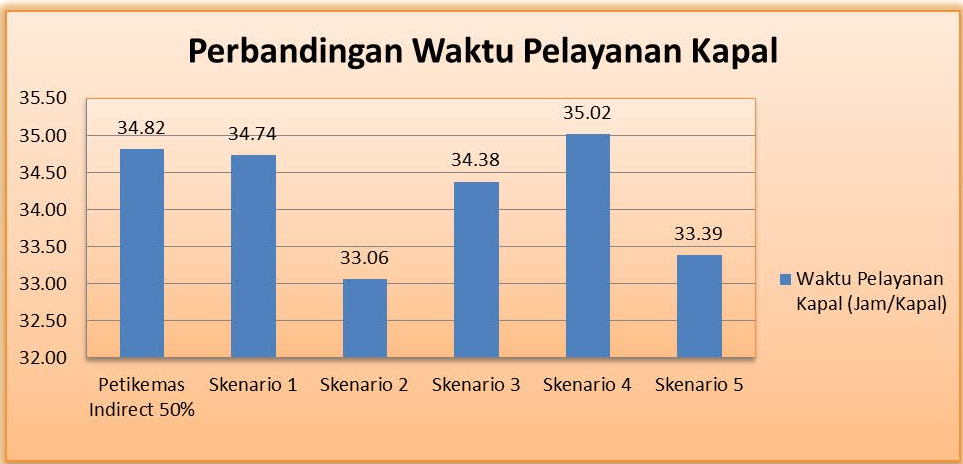
LAMPIRAN 18 PERBANDINGAN HASIL SKENARIO



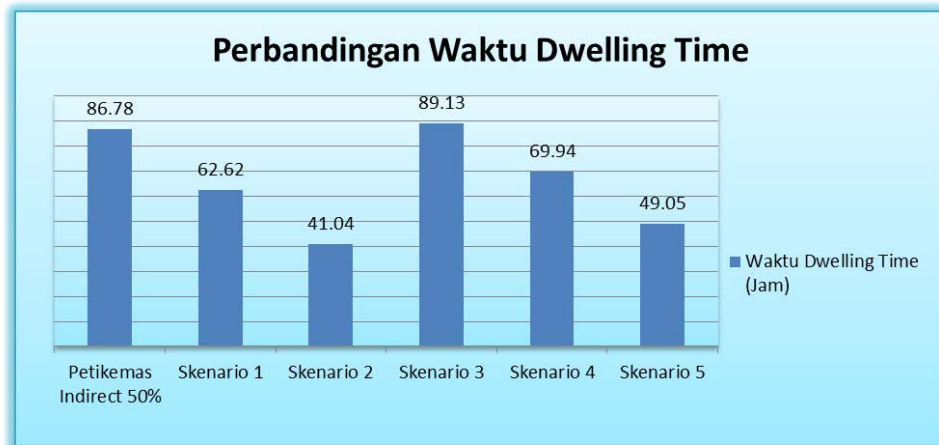
Grafik 3 Perbandingan throughput per bulan



Grafik 4 Perbandingan jumlah kunjungan kapal



Grafik 5 Perbandingan waktu pelayanan kapal



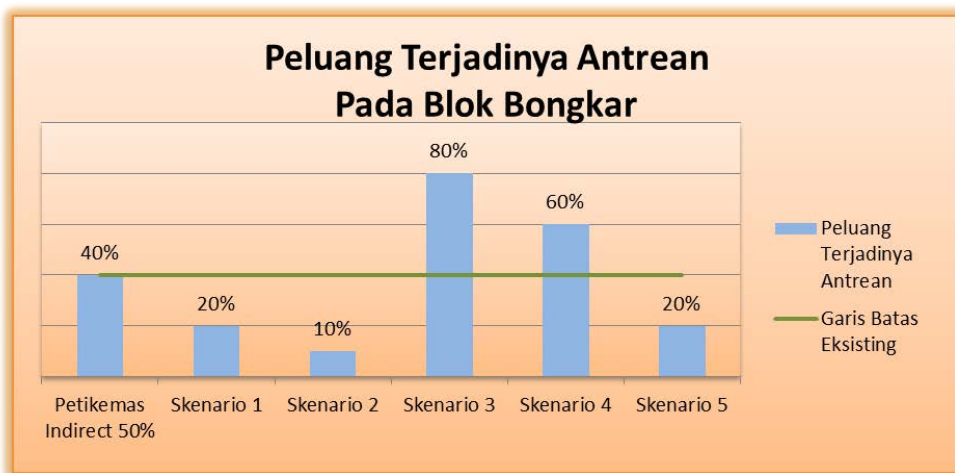
Grafik 6 Perbandingan waktu dwelling time



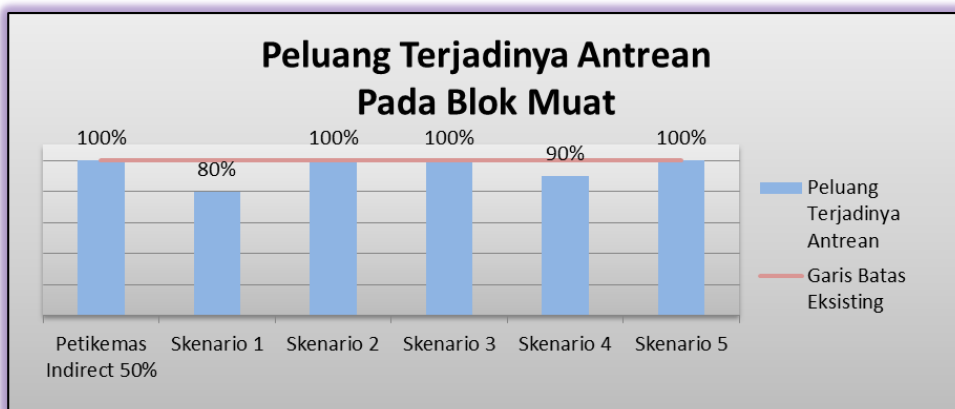
Grafik 7 Perbandingan nilai YOR



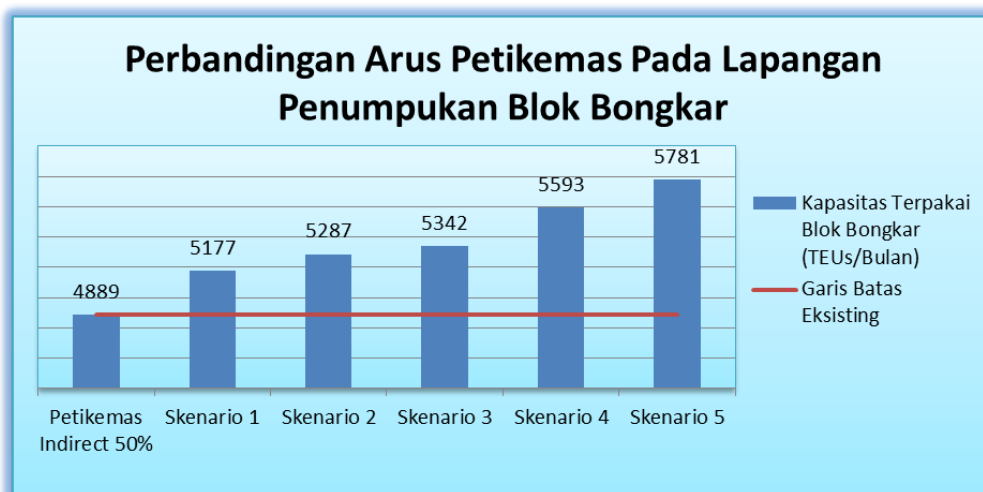
Grafik 8 Perbandingan rata-rata utilitas alat



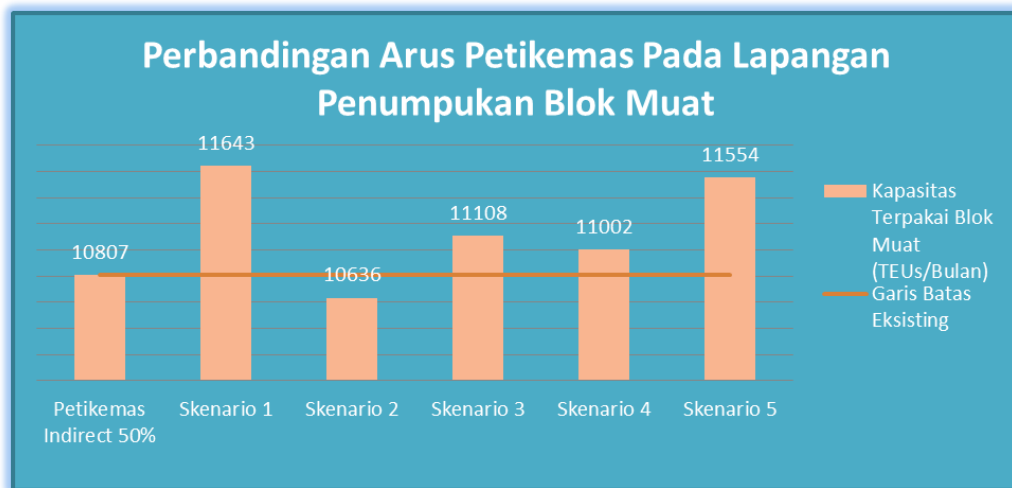
Grafik 9 perbandingan peluang terjadi antrean pada blok bongkar



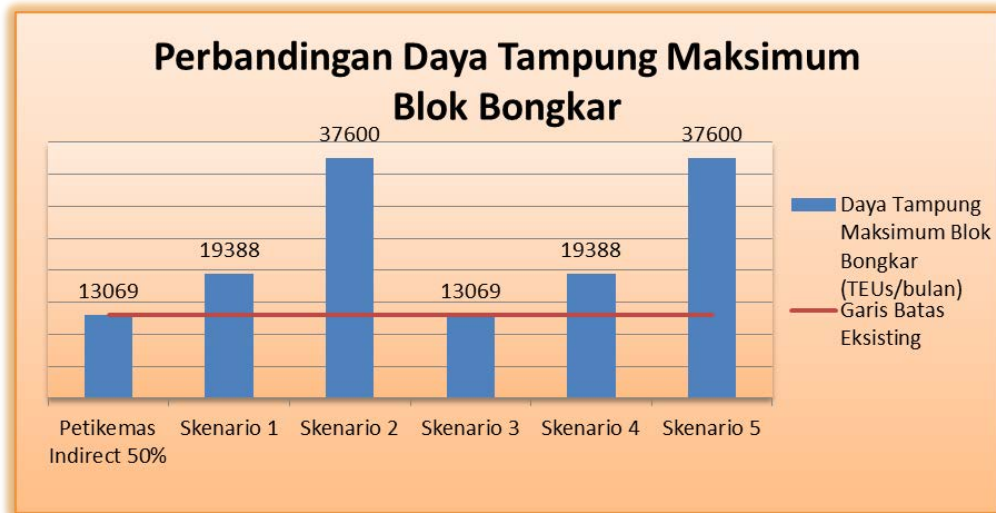
Grafik 10 Perbandingan peluang terjadi antrean pada blok muat



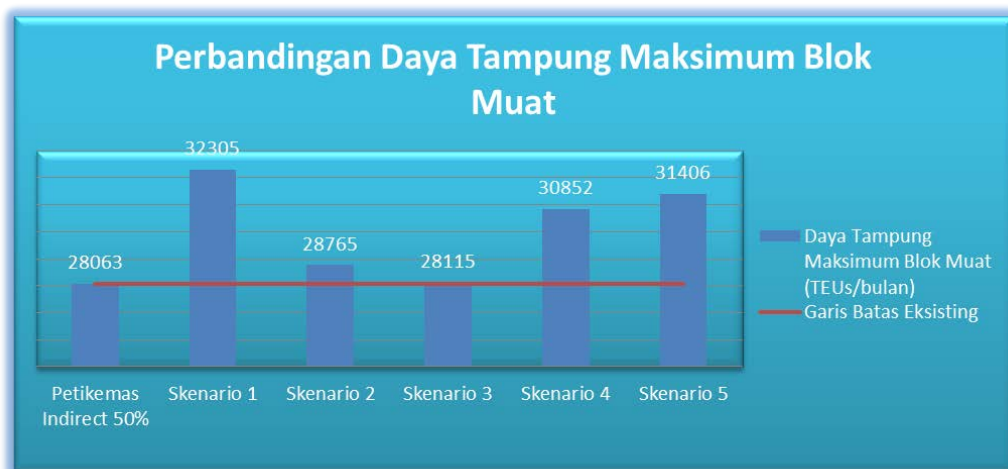
Grafik 11 Perbandingan arus petikemas pada lapangan penumpukan penumpukan blok bongkar



Grafik 12 Perbandingan arus petikemas pada lapngan penumpukan penumpukan blok muat



Grafik 13 Perbandingan daya tampung maksimum pada blok bongkar



Grafik 14 Perbandingan daya tampung maksimum pada blok muat

LAMPIRAN 19 PENGECEKAN ADANYA ANTREAN KETIKA THROUGHPUT  
MENINGKAT 10%, 20%, DAN 30%

PENINGKATAN THROUGHPUT 10%									
Pengecekan Adanya Antrean Petikemas Yang Masuk Ke Lapangan Penumpukan/bulan									
Petikemas Indirect	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Blok Bongkar	Tidak ada	Tidak ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada
Blok Muat	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada
PENINGKATAN THROUGHPUT 20%									
Pengecekan Adanya Antrean Petikemas Yang Masuk Ke Lapangan Penumpukan/bulan									
Petikemas Indirect	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Blok Bongkar	Tidak ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada
Blok Muat	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada
PENINGKATAN THROUGHPUT 30%									
Pengecekan Adanya Antrean Petikemas Yang Masuk Ke Lapangan Penumpukan/bulan									
Petikemas Indirect	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Blok Bongkar	Tidak ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada
Blok Muat	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada

PETIKEMAS BONGKAR

Peningkatan throughput 10%											
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Replikasi 4	Replikasi 5	Replikasi 6	Replikasi 7	Replikasi 8	Replikasi 9	Replikasi 10	
<b>INDIRECT 20%</b>											
Jumlah Arus Petikemas Bongkar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
waktu terjadi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>INDIRECT 30%</b>											
Jumlah Arus Petikemas Bongkar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
waktu terjadi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>INDIRECT 40%</b>											
Jumlah Arus Petikemas Bongkar	0	0	0	0	0	2592	0	0	0	0	0
waktu terjadi	0	0	0	0	0	357.74	0	0	0	0	0
<b>INDIRECT 50%</b>											
Jumlah Arus Petikemas Bongkar	1175	0	1175	0	0	1528	11696	0	4076	1205	
waktu terjadi	80.21	0	78.66	0	0	138.09	150.82	0	554.27	115.93	
<b>INDIRECT 60%</b>											
Jumlah Arus Petikemas Bongkar	1175	1175	5440	1176	0	0	1295	1175	1730	1326	
waktu terjadi	79.59	89.75	489.8	107.16	0	0	110.32	92.73	193.21	129.08	
<b>INDIRECT 70%</b>											
Jumlah Arus Petikemas Bongkar	2103	1175	1176	0	0	1175	0	1175	1868	1315	
waktu terjadi	171	89.51	108.67	0	0	83.46	0	85.57	219.5	125.48	
<b>INDIRECT 80%</b>											
Jumlah Arus Petikemas Bongkar	1175	1175	1175	1175	1260	1176	1175	2976	1177	1316	
waktu terjadi	65.49	66.86	66.86	79	121.63	106.21	94.08	298.6	104.22	131.71	
<b>INDIRECT 90%</b>											
Jumlah Arus Petikemas Bongkar	1175	1176	1176	1175	3030	1175	1176	1175	1175	1175	
waktu terjadi	64.19	103.18	108.92	70.34	307.59	81.27	105.31	51.43	101.47	78.25	
<b>INDIRECT 100%</b>											
Jumlah Arus Petikemas Bongkar	1175	2705	0	5410	0	1175	1176	1175	4129	1175	
waktu terjadi	52.78	249.77	0	501.56	0	72.79	105.4	65.63	551.4	76.01	



Peningkatan throughput 20%										
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Replikasi 4	Replikasi 5	Replikasi 6	Replikasi 7	Replikasi 8	Replikasi 9	Replikasi 10
<b>INDIRECT 20%</b>										
Jumlah Arus Petikemas Bongkar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
waktu terjadi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>INDIRECT 30%</b>										
Jumlah Arus Petikemas Bongkar	0	0	1478	0	0	0	0	0	0	0
waktu terjadi	0	0	137.61	0	0	0	0	0	0	0
<b>INDIRECT 40%</b>										
Jumlah Arus Petikemas Bongkar	0	1342	1175	1759	2205	1200	1769	1380	0	3867
waktu terjadi	0	118.05	95.96	165.67	286.55	120.55	188.9	121.41	0	359.92
<b>INDIRECT 50%</b>										
Jumlah Arus Petikemas Bongkar	1175	0	1175	5837	0	0	0	1175	2211	0
waktu terjadi	68.22	0	77.76	550.4	0	0	0	92.65	302.79	0
<b>INDIRECT 60%</b>										
Jumlah Arus Petikemas Bongkar	1176	0	1176	1175	1175	1175	1183	1299	1175	1283
waktu terjadi	109.85	0	106.35	76.78	106.12	106.56	105.97	114.85	109.66	127.97
<b>INDIRECT 70%</b>										
Jumlah Arus Petikemas Bongkar	5815	0	1175	0	1435	1175	1175	1175	1442	1221
waktu terjadi	547.37	0	81.52	0	149.54	91.54	94.9	76.04	134.82	111.32
<b>INDIRECT 80%</b>										
Jumlah Arus Petikemas Bongkar	1175	0	1176	1175	1175	1175	1175	1175	1175	1175
waktu terjadi	60.33	0	106.49	61.07	101.19	83.38	92.74	66.08	104.14	78.07
<b>INDIRECT 90%</b>										
Jumlah Arus Petikemas Bongkar	1175	1176	1176	0	1175	1175	1175	1175	1175	0
waktu terjadi	59.89	111.46	106.56	0	108.33	64.57	96.85	63.17	104.06	0
<b>INDIRECT 100%</b>										
Jumlah Arus Petikemas Bongkar	1175	1176	1175	1175	0	1175	1175	1175	1175	0
waktu terjadi	58.44	111.57	51.05	57.88	0	74.2	95.79	70.99	75.36	0

Peningkatan throughput 30%										
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Replikasi 4	Replikasi 5	Replikasi 6	Replikasi 7	Replikasi 8	Replikasi 9	Replikasi 10
<b>INDIRECT 20%</b>										
Jumlah Arus Petikemas Bongkar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
waktu terjadi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>INDIRECT 30%</b>										
Jumlah Arus Petikemas Bongkar	0	1462	1195	0	0	1515	0	0	0	0
waktu terjadi	0	126.85	116.97	0	0	143	0	0	0	0
<b>INDIRECT 40%</b>										
Jumlah Arus Petikemas Bongkar	1445	0	1175	1338	0	1175	0	1732	0	1203
waktu terjadi	138.25	0	96.78	117.43	0	105.75	0	150.26	0	122.74
<b>INDIRECT 50%</b>										
Jumlah Arus Petikemas Bongkar	1176	1175	1175	1175	0	1176	1215	0	0	2667
waktu terjadi	115.35	87.25	88.25	107.95	0	107.23	117.72	0	0	277.75
<b>INDIRECT 60%</b>										
Jumlah Arus Petikemas Bongkar	1175	3954	1175	1176	0	1175	0	1176	0	1209
waktu terjadi	62.04	378.9	69.04	107.14	0	92.77	0	111.37	0	108.04
<b>INDIRECT 70%</b>										
Jumlah Arus Petikemas Bongkar	1175	1277	1175	1176	1263	1175	1175	1175	1610	1175
waktu terjadi	61.84	121.25	70.79	107.18	121.72	77.94	101.06	63.52	170.94	93.36
<b>INDIRECT 80%</b>										
Jumlah Arus Petikemas Bongkar	1175	1175	2008	1304	2223	1175	1275	1175	1835	0
waktu terjadi	48.8	63.53	201.57	114.94	216.78	67.57	110.85	54.06	157.79	0
<b>INDIRECT 90%</b>										
Jumlah Arus Petikemas Bongkar	2653	1175	1175	0	1176	1175	1175	1176	1176	1175
waktu terjadi	289.94	63.37	53.02	0	101.47	69.35	86.77	111.69	105.21	78.04
<b>INDIRECT 100%</b>										
Jumlah Arus Petikemas Bongkar	0	1175	1389	2134	1175	0	0	1176	1467	1175
waktu terjadi	0	63.41	118.45	182.32	73.2	0	0	111.79	140.04	52.61

PETIKEMAS MUAT										
Peningkatan throughput 10%										
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Replikasi 4	Replikasi 5	Replikasi 6	Replikasi 7	Replikasi 8	Replikasi 9	Replikasi 10
INDIRECT 20%										
Jumlah Arus Petikemas Muat	8809	2660	2762	2650	0	4913	7167	10857	5544	6830
waktu terjadi	374.71	29.84	42.66	20.68	0	127.05	272.09	606.22	197.79	217.44
INDIRECT 30%										
Jumlah Arus Petikemas Muat	8809	2660	2762	2650	0	4913	7167	10857	5544	6830
waktu terjadi	374.71	29.84	42.66	20.68	0	127.05	272.09	606.22	197.79	217.44
INDIRECT 40%										
Jumlah Arus Petikemas Muat	3173	6670	3011	2650	0	5015	3335	6456	3653	9983
waktu terjadi	72.05	209.71	51.8	20.68	0	140.08	53.01	223.87	76.36	460.08
INDIRECT 50%										
Jumlah Arus Petikemas Muat	4950	4071	3571	2650	5960	3419	6181	4536	3064	5455
waktu terjadi	221.49	100.02	100.59	20.68	272.02	70.43	237.92	174.43	48.49	199.49
INDIRECT 60%										
Jumlah Arus Petikemas Muat	4587	4644	3571	2650	6513	5888	4964	4745	2917	8239
waktu terjadi	279.27	166.51	103.17	20.68	348.92	262.04	171.37	181.06	42.05	287.36
INDIRECT 70%										
Jumlah Arus Petikemas Muat	3193	2657	3300	2650	6585	4210	7648	4797	4167	5918
waktu terjadi	107.6	29.84	82.32	20.68	278.32	103.16	512.92	305.16	112.87	181.39
INDIRECT 80%										
Jumlah Arus Petikemas Muat	3550	2815	3268	2650	4816	4210	3390	3856	4967	5845
waktu terjadi	181.86	36.81	59.65	20.68	204.71	168.47	56.81	186.21	181.46	239.81
INDIRECT 90%										
Jumlah Arus Petikemas Muat	3963	2655	3029	2650	3934	3458	4757	2898	4484	4868
waktu terjadi	170.8	29.84	109.88	20.68	196.59	68.79	154.3	110.17	122.36	116.99
INDIRECT 100%										
Jumlah Arus Petikemas Muat	3363	2654	2762	2650	4358	2719	4675	3815	2734	2943
waktu terjadi	166.4	29.84	72.96	20.68	228.52	35.85	203.43	154.02	34.38	46.85

Peningkatan throughput 20%										
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Replikasi 4	Replikasi 5	Replikasi 6	Replikasi 7	Replikasi 8	Replikasi 9	Replikasi 10
INDIRECT 20%										
Jumlah Arus Petikemas Muat	6289	6953	8001	2650	3704	7021	3031	4441	9303	6407
waktu terjadi	238.85	244.01	358.69	20.68	90.43	219.77	44.33	112.54	436.27	275.43
INDIRECT 30%										
Jumlah Arus Petikemas Muat	10565	8339	5945	2650	3593	6836	5822	9616	5029	4634
waktu terjadi	572.18	384.45	257.76	20.68	84	261.31	190.42	400.29	170.44	98.55
INDIRECT 40%										
Jumlah Arus Petikemas Muat	0	4389	3852	2650	8679	0	6861	8080	7713	3031
waktu terjadi	0	135	110.05	20.68	466.81	0	266.98	315.52	306.53	58.98
INDIRECT 50%										
Jumlah Arus Petikemas Muat	3773	3225	4149	2650	6288	7530	3979	6067	10498	4612
waktu terjadi	154.55	53.39	199.86	20.68	306.38	348.24	85.08	309.05	586.29	102.73
INDIRECT 60%										
Jumlah Arus Petikemas Muat	3076	3901	3029	2650	4999	4889	8572	4022	7158	4258
waktu terjadi	120.42	104.83	90.64	20.68	238.58	195.91	409.29	112.44	407.72	91.59
INDIRECT 70%										
Jumlah Arus Petikemas Muat	3360	3901	4859	2650	3687	4210	4595	3432	3920	5082
waktu terjadi	112.04	109.8	282.03	20.68	98.21	142.04	142.08	77.18	89.12	124.36
INDIRECT 80%										
Jumlah Arus Petikemas Muat	3739	3424	3029	2650	4489	3970	4265	4419	5524	3545
waktu terjadi	194.41	92.68	74.45	20.68	203.55	132.13	90.23	296.48	242.99	56.88
INDIRECT 90%										
Jumlah Arus Petikemas Muat	3076	3424	3300	2650	4336	3814	5047	3811	4929	5006
waktu terjadi	95.14	134.48	141.78	20.68	166.36	119.31	198.48	173.56	169.27	195.31
INDIRECT 100%										
Jumlah Arus Petikemas Muat	3107	3053	3029	2650	3591	3970	3596	2898	4711	4324
waktu terjadi	161.71	47.75	90.99	20.68	157.5	229.64	73.25	206.4	246.85	91.26

Peningkatan throughput 30%										
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Replikasi 4	Replikasi 5	Replikasi 6	Replikasi 7	Replikasi 8	Replikasi 9	Replikasi 10
<b>INDIRECT 20%</b>										
Jumlah Arus Petikemas Muat	6960	4564	3810	2650	6018	2857	2805	9447	3904	3033
waktu terjadi	418.51	140.64	98.68	20.68	237.91	42.37	39.74	591.8	112.69	50.32
<b>INDIRECT 30%</b>										
Jumlah Arus Petikemas Muat	5347	4842	10031	2650	5708	9592	6751	5326	6508	11413
waktu terjadi	224.69	156.17	601.84	20.68	251.19	481.76	251.67	202.41	325.81	551.3
<b>INDIRECT 40%</b>										
Jumlah Arus Petikemas Muat	4583	3929	9320	2650	5546	4960	3319	5996	5520	6807
waktu terjadi	160	113.79	571.44	20.68	199.03	172.61	53.69	289.51	234.13	262.13
<b>INDIRECT 50%</b>										
Jumlah Arus Petikemas Muat	3076	4159	3810	2650	6659	3007	5309	3371	4223	5474
waktu terjadi	114.67	168.77	112.3	20.68	373.91	47.35	134.74	91.78	148.51	147.51
<b>INDIRECT 60%</b>										
Jumlah Arus Petikemas Muat	2881	4017	3300	2650	4464	2741	4892	3635	4197	4220
waktu terjadi	138.89	163.62	109.37	20.68	137.8	37.73	141.78	151.68	203.88	82.95
<b>INDIRECT 70%</b>										
Jumlah Arus Petikemas Muat	3076	3130	3571	2650	4749	3675	5295	2898	5933	5273
waktu terjadi	148.44	47.28	91.93	20.68	243.62	105.46	207.39	82.05	354.61	214.65
<b>INDIRECT 80%</b>										
Jumlah Arus Petikemas Muat	2846	3269	3300	2650	6048	3970	3785	3826	5116	5180
waktu terjadi	110.32	123.91	78.68	20.68	270.81	175.1	101.29	172.5	289.45	176.78
<b>INDIRECT 90%</b>										
Jumlah Arus Petikemas Muat	2881	3269	3957	2650	3925	3334	4709	2898	4167	2977
waktu terjadi	136.19	94.98	226.57	20.68	193.09	55.65	167.19	119.97	199.65	48.37
<b>INDIRECT 100%</b>										
Jumlah Arus Petikemas Muat	2881	3424	3029	2650	3424	3675	3830	2898	4217	3270
waktu terjadi	173.43	183.24	118.17	20.68	108.57	177.87	74.52	125.62	158.38	99.83

LAMPIRAN 20 HASIL SIMULASI ARENA KETIKA THROUGHPUT MENINGKAT 10%

Utilitas Alat				Arus Petikemas/bulan		
Alat	Total Utilitas (%) /bulan	Waktu Realisasi Bekerja (jam/bulan)	Waktu Tersedia (jam/bulan)	Total Bongkar	11522	TEUs/bulan
Crane 1	35%	224	651	Total Muat	11352	TEUs/bulan
Crane 2	34%	224	651	Jumlah	22874	TEUs/bulan
Crane 3	28%	184	651	Jumlah Kedatangan Kapal/bulan		
Crane 4	28%	183	651	Tambatan 1	16	Unit/bulan
<b>Rata-rata</b>	<b>31%</b>			Tambatan 2	13	Unit/bulan
RTG Blok A & D	14%	94	651	Total	29	Unit/bulan
RTG Blok B	7%	48	651			
RTG Blok C	36%	234	651			
RTG Blok E	21%	136	651			
RTG Blok F	67%	435	651			
<b>Rata-rata</b>	<b>29%</b>					

Arus Petikemas Pada Lapangan Penumpukan			Rata-Rata Waktu Pelayanan Kapal		
Blok A	1153	TEUs/bulan	Tambatan 1	36.88	Jam/Kapal
Blok B	895	TEUs/bulan	Tambatan 2	37.29	Jam/Kapal
Blok C	3133	TEUs/bulan	Rata-rata	37.09	Jam/Kapal
Blok D	0	TEUs/bulan			
Blok E	1896	TEUs/bulan			
Blok F	5427	TEUs/bulan	Dwelling Time/bulan		
Total Arus Blok Bongkar	1153	TEUs/bulan	Rata-rata	75.63	Jam/TEUs
Total Arus Blok Muat	11352	TEUs/bulan			
			Waktu Timbun Blok Bongkar		
<b>Total Kapasitas Terpakai TEUs/bulan</b>	<b>Total Kapasitas Terpasang TEUs/bulan</b>	<b>YOR/bulan</b>	Rata-rata	73.5	Jam/TEUs
12504	118575	33.23%	Waktu Timbun Blok Muat		
			Rata-rata	61.38	Jam/TEUs

LAMPIRAN 21 HASIL SIMULASI ARENA KETIKA THROUGHPUT MENINGKAT 20%

Utilitas Alat				Arus Petikemas/bulan		
Alat	Total Utilitas (%) / bulan	Waktu Realisasi Bekerja (jam/bulan)	Waktu Tersedia (jam/bulan)	Total Bongkar	14309	TEUs/bulan
Crane 1	42%	273	651	Total Muat	12646	TEUs/bulan
Crane 2	42%	273	651	Jumlah	26955	TEUs/bulan
Crane 3	34%	219	651	Jumlah Kedatangan Kapal/bulan		
Crane 4	34%	218	651	Tambahan 1	18	Unit/bulan
<b>Rata-rata</b>	<b>38%</b>			Tambahan 2	16	Unit/bulan
RTG Blok A & D	17%	109	651	Total	34	Unit/bulan
RTG Blok B	11%	68	651			
RTG Blok C	36%	231	651			
RTG Blok E	34%	222	651			
RTG Blok F	69%	449	651			
<b>Rata-rata</b>	<b>33%</b>					

Arus Petikemas Pada Lapangan Penumpukan			Rata-Rata Waktu Pelayanan Kapal		
Blok A	1302	TEUs/bulan	Tambahan 1	33.45	Jam/Kapal
Blok B	1129	TEUs/bulan	Tambahan 2	31.14	Jam/Kapal
Blok C	3006	TEUs/bulan	Rata-rata	32.30	Jam/Kapal
Blok D	0	TEUs/bulan			
Blok E	2939	TEUs/bulan			
Blok F	5573	TEUs/bulan	Dwelling Time/bulan		
Total Arus Blok Bongkar	1302	TEUs/bulan	Rata-rata	75.54	Jam/TEUs
Total Arus Blok Muat	12646	TEUs/bulan			
			Waktu Timbun Blok Bongkar		
<b>Total Kapasitas Terpakai TEUs/bulan</b>	<b>Total Kapasitas Terpasang TEUs/bulan</b>	<b>YOR/bulan</b>	Rata-rata	73.5	Jam/TEUs
13948	118575	37.02%	Waktu Timbun Blok Muat		
			Rata-rata	66.20	Jam/TEUs

LAMPIRAN 22 HASIL SIMULASI ARENA KETIKA THROUGHPUT MENINGKAT 30%

Utilitas Alat				Arus Petikemas/bulan		
Alat	Total Utilitas (%) /bulan	Waktu Realisasi Bekerja (jam/bulan)	Waktu Tersedia (jam/bulan)	Total Bongkar	15454	TEUs/bulan
Crane 1	39%	253	651	Total Muat	12188	TEUs/bulan
Crane 2	39%	252	651	Jumlah	27642	TEUs/bulan
Crane 3	39%	254	651	Jumlah Kedatangan Kapal/bulan		
Crane 4	39%	253	651	Tambatan 1	17	Unit/bulan
Rata-rata	39%			Tambatan 2	16	Unit/bulan
RTG Blok A & D	19%	124	651	Total	33	Unit/bulan
RTG Blok B	17%	108	651			
RTG Blok C	34%	222	651			
RTG Blok E	21%	134	651			
RTG Blok F	72%	471	651			
Rata-rata	33%					

Arus Petikemas Pada Lapangan Penumpukan			Rata-Rata Waktu Pelayanan Kapal		
Blok A	1504	TEUs/bulan	Tambatan 1	37.41	Jam/Kapal
Blok B	1555	TEUs/bulan	Tambatan 2	37.17	Jam/Kapal
Blok C	2923	TEUs/bulan	Rata-rata	37.29	Jam/Kapal
Blok D	0	TEUs/bulan			
Blok E	1868	TEUs/bulan			
Blok F	5842	TEUs/bulan	Dwelling Time/bulan		
Total Arus Blok Bongkar	1504	TEUs/bulan	Rata-rata	75.81	Jam/TEUs
Total Arus Blok Muat	12188	TEUs/bulan			
			Waktu Timbun Blok Bongkar		
Total Kapasitas Terpakai TEUs/bulan	Total Kapasitas Terpasang TEUs/bulan	YOR/bulan	Rata-rata	73.5	Jam/TEUs
13692	118575	36.47%	Waktu Timbun Blok Muat		
			Rata-rata	80.90	Jam/TEUs

LAMPIRAN 23 HASIL SIMULASI ARENA KETIKA THROUGHPUT MENINGKAT 10%  
PADA PETIKEMAS INDIRECT 40%

Utilitas Alat				Arus Petikemas/bulan		
Alat	Total Utilitas (%) / bulan	Waktu Realisasi Bekerja (jam/bulan)	Waktu Tersedia (jam/bulan)	Total Bongkar	11244	TEUs/bulan
Crane 1	35%	228	651	Total Muat	11959	TEUs/bulan
Crane 2	35%	227	651	Jumlah	23203	TEUs/bulan
Crane 3	30%	194	651	Jumlah Kedatangan Kapal/bulan		
Crane 4	30%	193	651	Tambatan 1	18	Unit/bulan
Rata-rata	32%			Tambatan 2	14	Unit/bulan
RTG Blok A & D	59%	386	651	Total	32	Unit/bulan
RTG Blok B	6%	41	651			
RTG Blok C	32%	209	651			
RTG Blok E	23%	148	651			
RTG Blok F	79%	513	651			
Rata-rata	40%					

Arus Petikemas Pada Lapangan Penumpukan			Rata-Rata Waktu Pelayanan Kapal		
Blok A	4308	TEUs/bulan	Tambatan 1	35.43	Jam/Kapal
Blok B	812	TEUs/bulan	Tambatan 2	33.04	Jam/Kapal
Blok C	2795	TEUs/bulan	Rata-rata	34.23	Jam/Kapal
Blok D	409	TEUs/bulan			
Blok E	2032	TEUs/bulan	Dwelling Time/bulan		
Blok F	6319	TEUs/bulan	Rata-rata	85.33	Jam/TEUs
Total Arus Blok Bongkar	4718	TEUs/bulan			
Total Arus Blok Muat	11959	TEUs/bulan	Waktu Timbun Blok Bongkar		
			Rata-rata	73.5	Jam/TEUs
			Waktu Timbun Blok Muat		
			Rata-rata	68.08	Jam/TEUs

Total Kapasitas Terpakai TEUs/bulan	Total Kapasitas Terpasang TEUs/bulan	YOR/bulan
16676	118575	50.00%

LAMPIRAN 24 HASIL SIMULASI ARENA KETIKA THROUGHPUT MENINGKAT 20%  
PADA PETIKEMAS INDIRECT 30%

Utilitas Alat			
Alat	Utilitas (%) / bulan	Waktu Realisasi Bekerja (jam / bulan)	Waktu Tersedia (jam / bulan)
Crane 1	37%	238	651
Crane 2	36%	236	651
Crane 3	29%	189	651
Crane 4	29%	188	651
Rata-rata	33%		
RTG Blok A & D	47%	307	651
RTG Blok B	6%	38	651
RTG Blok C	30%	195	651
RTG Blok E	13%	82	651
RTG Blok F	83%	543	651
Rata-rata	36%		

Arus Petikemas / bulan		
Total Bongkar	12016	TEUs / bulan
Total Muat	11306	TEUs / bulan
Jumlah	23322	TEUs / bulan

Jumlah Kedatangan Kapal / bulan		
Tambahan 1	16	Unit / bulan
Tambahan 2	13	Unit / bulan
Total	29	Unit / bulan

Arus Petikemas Pada Lapangan Penumpukan		
Blok A	3415	TEUs / bulan
Blok B	764	TEUs / bulan
Blok C	2541	TEUs / bulan
Blok D	298	TEUs / bulan
Blok E	1276	TEUs / bulan
Blok F	6725	TEUs / bulan
Total Arus Blok Bongkar	3712	TEUs / bulan
Total Arus Blok Muat	11306	TEUs / bulan



LAMPIRAN 25 HASIL SIMULASI ARENA KETIKA THROUGHPUT MENINGKAT 30%  
PADA PETIKEMAS INDIRECT 30%

Utilitas Alat				Arus Petikemas/bulan		
Alat	Utilitas (%) / bulan	Waktu Realisasi Bekerja (jam/bulan)	Waktu Tersedia (jam/bulan)	Total Bongkar	13256	TEUs/bulan
Crane 1	38%	244	651	Total Muat	11474	TEUs/bulan
Crane 2	37%	243	651	Jumlah	24730	TEUs/bulan
Crane 3	32%	206	651	Jumlah Kedatangan Kapal/bulan		
Crane 4	32%	205	651	Tambatan 1	16	Unit/bulan
Rata-rata	35%			Tambatan 2	14	Unit/bulan
RTG Blok A & D	52%	340	651	Total	30	Unit/bulan
RTG Blok B	9%	55	651			
RTG Blok C	33%	216	651			
RTG Blok E	14%	91	651			
RTG Blok F	77%	503	651			
Rata-rata	37%					

Arus Petikemas Pada Lapangan Penumpukan			Rata-Rata Waktu Pelayanan Kapal		
Blok A		3718 TEUs/bulan	Tambatan 1	38.53	Jam/Kapal
Blok B		975 TEUs/bulan	Tambatan 2	38.68	Jam/Kapal
Blok C		2902 TEUs/bulan	Rata-rata	38.61	Jam/Kapal
Blok D		381 TEUs/bulan			
Blok E		1375 TEUs/bulan			
Blok F		6221 TEUs/bulan	Dwelling Time/bulan		
Total Arus Blok Bongkar		4098 TEUs/bulan	Rata-rata	83.28	Jam/TEUs
Total Arus Blok Muat		11473 TEUs/bulan			
			Waktu Timbun Blok Bongkar		
Total Kapasitas Terpakai TEUs/bulan	Total Kapasitas Terpasang TEUs/bulan	YOR/bulan	Rata-rata	73.5	Jam/TEUs
15571	118575	45.57%	Waktu Timbun Blok Muat		
			Rata-rata	85.43	Jam/TEUs

LAMPIRAN 26 PERBANDINGAN DAYA TAMPUNG MAKSIMUM PADA MODEL  
PENINGKATAN THROUGHPUT 10%, 20%, DAN 30%

Daya Tampung Maksimum Blok Bongkar (TEUs/bulan)						
Sensitivitas	Kondisi	WT (Waktu Timbun)		VK (Volum Keluar(TEUs/bulan))	Volume CY (TEUs)	Daya Tampung (TEUs/Bulan)
		Jam	Hari	(Vcy x T (Hari))/WT (Hari)	Vcy	VK + Vcy
Peningkatan Throughput 10%	Petikemas Indirect 40%	73.5	3.1	11894	1175	13069
	Skenario 1	48	2.0	18213	1175	19388
Peningkatan Throughput 20%	Petikemas Indirect 30%	73.5	3.1	11894	1175	13069
	Skenario 1	48	2.0	18213	1175	19388
Peningkatan Throughput 30%	Petikemas Indirect 30%	73.5	3.1	11894	1175	13069
	Skenario 1	48	2.0	18213	1175	19388

Daya Tampung Maksimum Blok Muat (TEUs/bulan)						
Sensitivitas	Kondisi	WT (Waktu Timbun)		VK (Volum Keluar(TEUs/bulan))	Volume CY (TEUs)	Daya Tampung (TEUs/Bulan)
		Jam	Hari	(Vcy x T (Hari))/WT (Hari)	Vcy	VK + Vcy
Peningkatan Throughput 10%	Petikemas Indirect 40%	68.08	2.8	28960	2650	31610
	Skenario 1	73.96	3.1	26657	2650	29307
Peningkatan Throughput 20%	Petikemas Indirect 30%	68.81	2.9	28655	2650	31305
	Skenario 1	73.26	3.1	26911	2650	29561
Peningkatan Throughput 30%	Petikemas Indirect 30%	85.43	3.6	23079	2650	25729
	Skenario 1	86.98	3.6	22668	2650	25318

LAMPIRAN 27 VERIVIKASI MODEL PERHITUNGAN THROUGHPUT DARI ARENA  
MENGUNAKAN EXCEL

<b>WAKTU TRUK Dari Tambatan 1 ke blok A</b>	<b>0.03437</b>	jam		
<b>Jarak Tambatan 1 ke blok A</b>	<b>507</b>	<b>m</b>		
	0.507	km		
Kecepatan Truk	14.75	km/jam		
truk luar ke gate out	0.006	Jam		
	0.091	Km		
tambatan 1 ke gate out	0.319	Km	0.022	Jam
			1.298	Menit
truk dari gate in ke blok muat	0.369	Km	0.025	Jam
			1.501	Menit
Dari blok muat ke T1	0.512	Km	0.035	Jam
			2.083	Menit
Tambatan 2 ke Blok bongkar	0.453	Km	0.031	Jam
			1.843	Menit

PROSES BONGKAR TAMBATAN 1							
Kapal Ke-	Jumlah Muatan Kapal (TEUs/Kapal)	Kec. Bongkar CC (Box/Jam)	Kec. Truk Dalam (Km/Jam)	Kec. RTG (Box/Jam)	Waktu Timbun (Jam)	Kec. RTG (Box/Jam)	Kec. Truk Luar (Km/Jam)
1	270	25.13	14.75	23.57	73.5	23.57	17
2	378	25.13	14.75	23.57	73.5	23.57	17
3	258	25.13	14.75	23.57	73.5	23.57	17
4	286	25.13	14.75	23.57	73.5	23.57	17
5	356	25.13	14.75	23.57	73.5	23.57	17
6	244	25.13	14.75	23.57	73.5	23.57	17
7	343	25.13	14.75	23.57	73.5	23.57	17
8	415	25.13	14.75	23.57	73.5	23.57	17
9	445	25.13	14.75	23.57	73.5	23.57	17
10	306	25.13	14.75	23.57	73.5	23.57	17
11	325	25.13	14.75	23.57	73.5	23.57	17
12	398	25.13	14.75	23.57	73.5	23.57	17
13	366	25.13	14.75	23.57	73.5	23.57	17
14	314	25.13	14.75	23.57	73.5	23.57	17
15	329	25.13	14.75	23.57	73.5	23.57	17
16	347	25.13	14.75	23.57	73.5	23.57	17
17	305	25.13	14.75	23.57	73.5	23.57	17
18	437	25.13	14.75	23.57	73.5	23.57	17
19	229	25.13	14.75	23.57	73.5	23.57	17
20	387	25.13	14.75	23.57	73.5	23.57	17
21	279	25.13	14.75	23.57	73.5	23.57	17
22	340	25.13	14.75	23.57	73.5	23.57	17

PROSES BONGKAR TAMBATAN 2							
Kapal Ke-	Jumlah Muatan Kapal (TEUs/Kapal)	Kec. Bongkar CC (Box/Jam)	Kec. Truk Dalam (Km/Jam)	Kec. RTG (Box/Jam)	Waktu Timbun (Jam)	Kec. RTG (Box/Jam)	Kec. Truk Luar (Km/Jam)
1	443	25.13	14.75	23.57	73.5	23.57	17
2	305	25.13	14.75	23.57	73.5	23.57	17
3	352	25.13	14.75	23.57	73.5	23.57	17
4	342	25.13	14.75	23.57	73.5	23.57	17
5	322	25.13	14.75	23.57	73.5	23.57	17
6	250	25.13	14.75	23.57	73.5	23.57	17
7	380	25.13	14.75	23.57	73.5	23.57	17
8	281	25.13	14.75	23.57	73.5	23.57	17
9	282	25.13	14.75	23.57	73.5	23.57	17
10	274	25.13	14.75	23.57	73.5	23.57	17
11	268	25.13	14.75	23.57	73.5	23.57	17
12	434	25.13	14.75	23.57	73.5	23.57	17
13	311	25.13	14.75	23.57	73.5	23.57	17
14	337	25.13	14.75	23.57	73.5	23.57	17
15	244	25.13	14.75	23.57	74.5	23.57	18
16	262	25.13	14.75	23.57	75.5	23.57	19
17	364	25.13	14.75	23.57	76.5	23.57	20
18	143	25.13	14.75	23.57	77.5	23.57	21
19	472	25.13	14.75	23.57	78.5	23.57	22

PROSES MUAT							
Muatan Kapal Ke-	Jumlah Muatan Kapal (TEUs/Kapal)	Kec. Truk Luar (Km/Jam)	Kec. RTG (Box/Jam)	Waktu Timbun (Jam)	Kec. RTG (Box/Jam)	Kec. Truk Dalam (Km/Jam)	Kec. CC Muat (Box/Jam)
1	388	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
2	282	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
3	269	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
4	189	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
5	223	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
6	250	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
7	342	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
8	213	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
9	219	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
10	289	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
11	254	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
12	238	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
13	202	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
14	230	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
15	267	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
16	237	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
17	188	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
18	328	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
19	169	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
20	259	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
21	358	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
22	354	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
23	281	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
24	246	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
25	295	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
26	230	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
27	221	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
28	294	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
29	268	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
30	262	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
31	336	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
32	289	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
33	301	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
34	277	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
35	191	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
36	250	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
37	177	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
38	191	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
39	448	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
40	269	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13
41	272	17	23.57	64.10	23.57	14.75	25.13

No. Kedatangan Kapal	Jumlah Muatan	Waktu Kedatangan	Not Operating Time	Pelayanan CC	Proses Haulage	Pelayanan RTG Lift On	Waktu Petikemas Awal Mulai Ditimbun	Waktu Petikemas Akhir Mulai Ditimbun
	(TEUs/Kapal)	Jam Ke-	(Menit)	(Menit/Box)	(Menit)	(Menit/Box)	Jam Ke-	
			60	2.39	2.06	2.55		
No. Kedatangan Kapal	Jumlah Muatan (TEUs/Kapal)	Waktu Kedatangan Jam Ke-	Not Operating Time (Menit)	Total Waktu Pelayanan CC (Menit)	Total Waktu Proses Haulage (Menit)	Total Waktu Pelayanan RTG Lift On (Menit/Box)	Waktu Petikemas Awal Mulai Ditimbun Jam Ke-	Waktu Petikemas Akhir Mulai Ditimbun
1	270	24.0	60	322.34	69.60	343.69	25.16	36.57
3	378	42.8	60	451.27	97.44	481.16	43.91	59.91
4	258	63.0	60	308.01	66.51	328.41	64.12	75.02
6	286	92.7	60	341.44	73.72	364.05	93.85	105.94
8	356	114.1	60	425.01	91.77	453.16	115.27	130.34
9	244	133.4	60	291.30	62.90	310.59	134.59	144.90
11	343	153.5	60	409.49	88.42	436.61	154.66	169.17
12	415	176.1	60	495.45	106.98	528.26	177.23	194.80
14	445	196.4	60	531.26	114.71	566.45	197.53	216.37
16	306	223.9	60	365.32	78.88	389.51	225.04	237.98
18	325	235.7	60	388.00	83.78	413.70	236.90	250.64
20	398	276.7	60	475.15	102.59	506.62	277.83	294.68
22	366	300.2	60	436.95	94.35	465.89	301.35	316.84
24	314	335.0	60	374.87	80.94	399.70	336.18	349.46
26	329	380.1	60	392.78	84.81	418.79	381.28	395.20
28	347	409.9	60	414.27	89.45	441.70	411.06	425.74
29	305	440.0	60	364.12	78.62	388.24	441.20	454.09
31	437	478.3	60	521.71	112.65	556.26	479.41	497.91
34	229	514.7	60	273.39	59.03	291.50	515.82	525.50
36	387	555.4	60	462.02	99.76	492.62	556.57	572.95
38	279	587.7	60	333.08	71.92	355.14	588.84	600.63
40	340	602.9	60	405.91	87.64	432.79	604.02	618.41

Lama Waktu Timbun (Menit)	Waktu Petikemas Akhir Selesai Ditimbun	Pelayanan RTG Lift Off (Menit/Box)	Proses Delivery (Menit)	Jumlah Petikemas Keluar (TEUs)	Waktu Selesai Jam Ke-	Total Lama Proses (Jam)
4410		2.55	0.37			
Lama Waktu Timbun (Menit)	Waktu Petikemas Akhir Selesai Ditimbun	Total Waktu Pelayanan RTG Lift Off (Menit/Box)	Total Waktu Proses Delivery (Menit)	Jumlah Petikemas Keluar (TEUs)	Waktu Selesai Jam Ke-	Total Lama Proses Bongkar (Jam)
4751.14	110.07	343.69	341.51	270	110.12	86.1
4888.62	133.41	481.16	478.99	378	133.46	90.7
4735.87	148.52	328.41	326.24	258	148.57	85.6
4771.51	179.44	364.05	361.88	286	179.49	86.8
4860.61	203.84	453.16	450.98	356	203.89	89.8
4718.05	218.40	310.59	308.42	244	218.45	85.0
4844.06	242.67	436.61	434.43	343	242.72	89.2
4935.71	268.30	528.26	526.08	415	268.35	92.3
4973.90	289.87	566.45	564.27	445	289.91	93.5
4796.97	311.48	389.51	387.34	306	311.53	87.6
4821.15	324.14	413.70	411.52	325	324.19	88.5
4914.07	368.18	506.62	504.44	398	368.23	91.5
4873.34	390.34	465.89	463.71	366	390.39	90.2
4807.15	422.96	399.70	397.52	314	423.01	88.0
4826.24	468.70	418.79	416.61	329	468.75	88.6
4849.16	499.24	441.70	439.53	347	499.29	89.4
4795.69	527.59	388.24	386.06	305	527.64	87.6
4963.72	571.41	556.26	554.09	437	571.46	93.2
4698.95	599.00	291.50	289.32	229	599.04	84.4
4900.07	646.45	492.62	490.44	387	646.50	91.1
4762.60	674.13	355.14	352.97	279	674.18	86.5
4840.25	691.91	432.79	430.62	340	691.96	89.1
			Jumlah Petikemas Terlayani Tambatan 1		6738.00	



No. Kedatangan Kapal	Jumlah Muatan (TEUs/Kapal)	Waktu Kedatangan Jam Ke-	Not Operating Time (Menit)	Pelayanan CC (Menit/Box)	Proses Haulage (Menit)	Pelayanan RTG Lift On (Menit/Box)	Waktu Petikemas Awal Mulai Ditimbun Jam Ke-	Waktu Petikemas Akhir Mulai Ditimbun
			60	2.39	1.84	2.55		
No. Kedatangan Kapal	Jumlah Muatan (TEUs/Kapal)	Waktu Kedatangan Jam Ke-	Not Operating Time (Menit)	Total Waktu Pelayanan CC (Menit)	Total Waktu Proses Haulage (Menit)	Total Waktu Pelayanan RTG Lift On (Menit/Box)	Waktu Petikemas Awal Mulai Ditimbun Jam Ke-	Waktu Petikemas Akhir Mulai Ditimbun
2	443	29.01	60	528.87	102.03	563.90	30.16	48.91
5	305	66.89	60	364.12	70.25	388.24	68.05	80.94
7	352	97.52	60	420.23	81.07	448.07	98.67	113.57
10	342	139.51	60	408.30	78.77	435.34	140.67	155.13
13	322	188.70	60	384.42	74.16	409.88	189.85	203.47
15	250	207.99	60	298.46	57.58	318.23	209.14	219.71
17	380	225.04	60	453.66	87.52	483.71	226.20	242.28
19	281	256.85	60	335.47	64.72	357.69	258.00	269.88
21	282	283.69	60	336.67	64.95	358.96	284.84	296.76
23	274	327.42	60	327.11	63.11	348.78	328.57	340.15
25	268	370.91	60	319.95	61.73	341.14	372.07	383.40
27	434	399.05	60	518.13	99.96	552.45	400.20	418.58
30	311	454.18	60	371.29	71.63	395.88	455.33	468.49
32	337	485.56	60	402.33	77.62	428.97	486.71	500.97
33	244	493.40	60	291.30	56.20	310.59	494.55	504.86
35	262	516.95	60	312.79	60.34	333.50	518.10	529.17
37	364	563.99	60	434.56	83.84	463.34	565.14	580.55
39	143	597.09	60	170.72	32.94	182.03	598.25	604.27
41	472	625.69	60	563.50	108.71	600.82	626.84	646.82

Lama Waktu Timbun (Menit)	Waktu Petikemas Akhir Selesai Ditimbun	Pelayanan RTG Lift Off (Menit/Box)	Proses Delivery (Menit)	Jumlah Petikemas Keluar (TEUs)	Waktu Selesai Jam Ke-	Total Lama Proses (Jam)
4410		2.55	0.37			
Lama Waktu Timbun (Menit)	Waktu Petikemas Akhir Selesai Ditimbun	Total Waktu Pelayanan RTG Lift Off (Menit/Box)	Total Waktu Proses Delivery (Menit)	Jumlah Petikemas Keluar (TEUs)	Waktu Selesai Jam Ke-	Total Lama Proses (Jam)
4971.36	122.41	563.90	561.73	443	122.46	93.5
4795.69	154.44	388.24	386.06	305	154.49	87.6
4855.52	187.07	448.07	445.89	352	187.12	89.6
4842.79	228.63	435.34	433.16	342	228.68	89.2
4817.33	276.97	409.88	407.70	322	277.02	88.3
4725.68	293.21	318.23	316.05	250	293.26	85.3
4891.16	315.78	483.71	481.53	380	315.83	90.8
4765.14	343.38	357.69	355.51	281	343.43	86.6
4766.42	370.26	358.96	356.79	282	370.31	86.6
4756.23	413.65	348.78	346.60	274	413.70	86.3
4748.60	456.90	341.14	338.97	268	456.94	86.0
4959.90	492.08	552.45	550.27	434	492.12	93.1
4803.33	541.99	395.88	393.70	311	542.04	87.9
4836.43	574.47	428.97	426.80	337	574.52	89.0
4718.05	578.36	310.59	308.42	244	578.41	85.0
4740.96	602.67	333.50	331.33	262	602.72	85.8
4870.80	654.05	463.34	461.17	364	654.10	90.1
4589.48	677.77	182.03	179.85	143	677.82	80.7
5008.27	720.32	600.82	598.64	472	720.37	94.7
			Jumlah Petikemas Terlayani Tambatan 2		5087.00	

No. Kedatangan Muatan	Jumlah Muatan (TEUs/Kapal)	Waktu Kedatangan Jam Ke-	Proses Receiving (Menit)	Pelayanan RTG Lift On (Menit/Box)	Waktu Petikemas Awal Mulai Ditimbun	Waktu Petikemas Akhir Mulai Ditimbun	Lama Waktu Timbun (Jam)	Waktu Petikemas Awal Selesai Ditimbun
			1.50	2.55				
No. Kedatangan Muatan	Jumlah Muatan (TEUs/Kapal)	Waktu Kedatangan Jam Ke-	Total Waktu Proses Receiving (Menit)	Total Waktu Pelayanan RTG Lift On (Menit/Box)	Waktu Petikemas Awal Mulai Ditimbun Jam Ke-	Waktu Petikemas Akhir Mulai Ditimbun Jam Ke-	Lama Waktu Timbun (Jam)	Waktu Petikemas Awal Selesai Ditimbun Jam Ke-
1	388	0.0	388.50	987.78	0.07	16.49	29.30	29.37
2	282	5.0	282.50	717.92	5.08	17.00	32.75	37.82
3	269	18.8	269.50	684.83	18.82	30.19	31.45	50.28
4	189	39.0	189.50	481.16	39.03	47.01	29.07	68.10
5	223	42.9	223.50	567.72	42.96	52.38	30.00	72.96
6	250	68.7	250.50	636.46	68.76	79.32	29.62	98.38
7	342	73.5	342.50	870.67	73.59	88.06	30.94	104.52
8	213	90.1	213.50	542.26	90.18	99.18	31.02	121.20
9	219	109.4	219.50	557.54	109.50	118.75	28.79	138.29
10	289	115.5	289.50	735.75	115.58	127.80	30.74	146.32
11	254	129.5	254.50	646.64	129.57	140.30	30.76	160.32
12	238	152.1	238.50	605.91	152.14	162.20	32.19	184.33
13	202	164.7	202.50	514.26	164.77	173.30	30.34	195.11
14	230	172.4	230.50	585.54	172.44	182.15	32.79	205.23
15	267	184.0	267.50	679.74	184.06	195.35	28.91	212.97
16	237	199.9	237.50	603.36	199.95	209.96	30.02	229.97
17	188	201.0	188.50	478.62	201.11	209.05	31.49	232.61
18	328	211.7	328.50	835.03	211.81	225.68	30.40	242.21
19	169	232.8	169.50	430.25	232.91	240.04	29.52	262.44
20	259	252.7	259.50	659.37	252.74	263.69	31.85	284.60
21	358	259.7	358.50	911.41	259.75	274.90	29.54	289.30
22	354	276.2	354.50	901.22	276.26	291.24	31.22	307.48
23	281	303.4	281.50	715.38	303.48	315.37	29.38	332.87
24	246	311.0	246.50	626.27	311.09	321.48	30.18	341.27
25	295	346.9	295.50	751.02	346.98	359.46	29.27	376.25
26	230	356.1	230.50	585.54	356.20	365.91	30.48	386.67
27	221	375.1	221.50	562.63	375.12	384.45	32.57	407.69
28	294	385.9	294.50	748.47	385.97	398.40	30.84	416.80
29	268	416.0	268.50	682.28	416.11	427.44	30.00	446.11
30	262	430.2	262.50	667.01	430.25	441.32	30.12	460.37
31	336	454.3	336.50	855.40	454.32	468.53	32.63	486.95
32	289	461.6	289.50	735.75	461.63	473.85	30.64	492.27
33	301	469.4	301.50	766.30	469.46	482.19	28.79	498.25
34	277	490.7	277.50	705.20	490.73	502.44	28.49	519.22
35	191	492.9	191.50	486.25	493.01	501.08	29.15	522.16
36	250	531.4	250.50	636.46	531.48	542.05	31.63	563.11
37	177	540.0	177.50	450.61	540.06	547.53	31.18	571.23
38	191	563.7	191.50	486.25	563.75	571.81	29.48	593.23
39	448	573.1	448.50	1140.53	573.16	592.13	26.78	599.94
40	269	578.9	269.50	684.83	578.94	590.31	30.70	609.63
41	272	601.7	272.50	692.47	601.75	613.25	33.32	635.08

Waktu Petikemas Akhir Selesai Ditimbun	Pelayanan RTG Lift Off (Menit/Box)	Proses Haulage (Menit)	Pelayanan CC (Menit/Box)	Not Operating Time (Menit)		
	2.55	2.08	2.39	60		
Waktu Petikemas Akhir Selesai Ditimbun	Total Waktu Pelayanan RTG Lift Off (Menit/Box)	Total Waktu Proses Haulage (Menit)	Total Waktu Pelayanan CC (Menit/Box)	Not Operating Time (Menit)	Waktu Selesai Proses Muat Jam Ke-	Total Waktu Pelayanan Kapal Jam
45.84	987.78	202.01	463.21	60	46.95	23.0
49.79	717.92	146.82	336.67	60	50.90	21.9
61.69	684.83	140.05	321.15	60	62.81	20.1
76.12	481.16	98.40	225.64	60	77.23	14.3
82.42	567.72	116.10	266.23	60	83.54	16.6
108.99	636.46	130.16	298.46	60	110.11	17.4
119.04	870.67	178.06	408.30	60	120.15	22.6
130.24	542.26	110.90	254.29	60	131.36	17.2
147.58	557.54	114.02	261.45	60	148.70	15.3
158.58	735.75	150.46	345.02	60	159.70	20.2
171.10	646.64	132.24	303.24	60	172.22	18.7
194.43	605.91	123.91	284.14	60	195.55	19.5
203.68	514.26	105.17	241.16	60	204.80	16.1
214.98	585.54	119.75	274.59	60	216.10	19.7
224.30	679.74	139.01	318.76	60	225.41	17.4
240.03	603.36	123.39	282.94	60	241.14	17.3
240.58	478.62	97.88	224.44	60	241.70	16.7
256.12	835.03	170.77	391.58	60	257.24	21.5
269.61	430.25	87.99	201.76	60	270.73	13.9
295.59	659.37	134.84	309.21	60	296.70	20.0
304.49	911.41	186.39	427.40	60	305.60	21.9
322.50	901.22	184.30	422.62	60	323.62	23.4
344.79	715.38	146.30	335.47	60	345.91	18.5
351.71	626.27	128.08	293.69	60	352.82	17.8
388.76	751.02	153.59	352.19	60	389.88	19.0
396.43	585.54	119.75	274.59	60	397.55	17.4
417.06	562.63	115.06	263.84	60	418.18	19.1
429.28	748.47	153.07	350.99	60	430.40	20.5
457.48	682.28	139.53	319.95	60	458.60	18.6
471.49	667.01	136.41	312.79	60	472.60	18.4
501.20	855.40	174.93	401.13	60	502.32	24.1
504.53	735.75	150.46	345.02	60	505.65	20.1
511.02	766.30	156.71	359.35	60	512.14	18.7
530.97	705.20	144.22	330.70	60	532.09	17.4
530.26	486.25	99.44	228.02	60	531.38	14.4
573.72	636.46	130.16	298.46	60	574.84	19.4
578.74	450.61	92.15	211.31	60	579.86	15.9
601.34	486.25	99.44	228.02	60	602.45	14.8
618.95	1140.53	233.24	534.84	60	620.06	23.0
621.05	684.83	140.05	321.15	60	622.16	19.3
646.62	692.47	141.61	324.73	60	647.74	22.0
Jumlah Petikemas Terlayani Blok Muat					10846	

Jumlah Throughput/Bulan	22671	TEUs
Jumlah Throughput/Bulan (Awal)	21535	TEUs
Nilai Error	5%	



Nama lengkap penulis adalah Muhammad Wahyu Nuryahya, dilahirkan di Lumajang, Jawa Timur, 22 Agustus 1993 dengan orang tua Ayahanda Kasimin dan Ibunda Sulika Sri Wahyuni. Riwayat pendidikan formal penulis dimulai dari TKMuslimat NU Yosowilangun Lor (1998-2000), SDN 3 Yosowilangun Lor (2000-2006), SMPN 1 Yosowilangun Lor (2006-2009), SMAN 1 Lumajang (2009-2012) dan pada tahun 2012, Penulis diterima melalui jalur SNMPTN tulis di Jurusan Transportasi Laut, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan NRP 4412100031. Selama masa perkuliahan, penulis aktif dalam organisasi, salah satunya menjabat sebagai koordinator SC (Steering Committee) Himpunan Transportasi Laut periode 2014-2015. Penulis juga aktif mengikuti berbagai macam pelatihan, baik yang diadakan Jurusan, Fakultas, ataupun Institut. Penulis juga aktif dalam berbagai kegiatan kepanitiaan, salah satunya menjadi juri pada perlombaan Kontes Kapal Cepat Tak Berawak tingkat nasional pada tahun 2013 yang diadakan di Pantai Camplong, Sampang, Madura. Penulis juga aktif mengikuti perlombaan minat bakat, salah satunya pada perlombaan DECONBOTION (Design and Control Boat Competition) tingkat nasional yang diadakan di Universitas Diponegoro, Semarang. Dan pada saat itu penulis berhasil mendapatkan gelar Best Design. Bagi pembaca yang ingin menghubungi penulis bisa melalui alamat email : [muhammad.wahyu12@mhs.seatrans.its.ac.id](mailto:muhammad.wahyu12@mhs.seatrans.its.ac.id).